



# Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture

Novembre-Décembre 2004 - Vol. 36 - N° 6

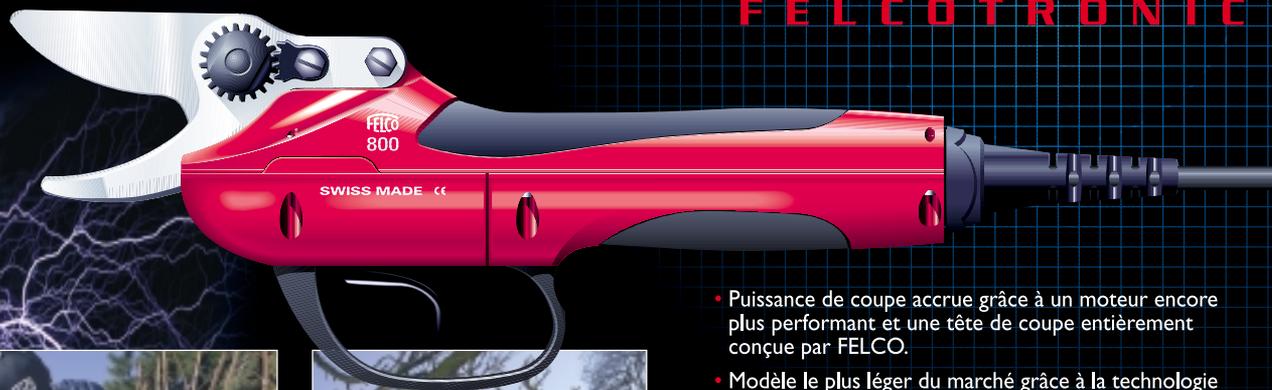
Prix: 12.-

Publiée par la Station fédérale de recherches agronomiques de Changins, l'Ecole d'ingénieurs de Changins, le Service romand de vulgarisation agricole et avec l'appui de l'Association des groupements et organisations romands de l'agriculture



# Une révolution: **le nouveau FELCO 800**

**FELCOTRONIC**



visitez notre site: [www.felco800.com](http://www.felco800.com)

**FELCO, le leader mondial du sécateur professionnel depuis 1945**

- Puissance de coupe accrue grâce à un moteur encore plus performant et une tête de coupe entièrement conçue par FELCO.
- Modèle le plus léger du marché grâce à la technologie révolutionnaire des batteries Li-Ion.
- Meilleure ergonomie pour un travail intensif ménageant la musculature du bras et de l'épaule. Disponible pour droitiers et gauchers.
- Solidité et longévité incomparables grâce à une coque en aluminium matricié garantie à vie.

**FELCO SA**  
CH-2206 Les Geneveys-  
sur-Coffrane  
☎ +41 328 581 466  
Fax +41 328 571 930  
info@felco.ch  
<http://www.felco.ch>

**FELCO**  
SWISS  MADE

**Guide VITI  
2005-2006**

+

**Index phyto  
VITICOLE  
2005**

+

**Index phyto  
ARBORICOLE  
2005**

PARUTION: fin février 2005

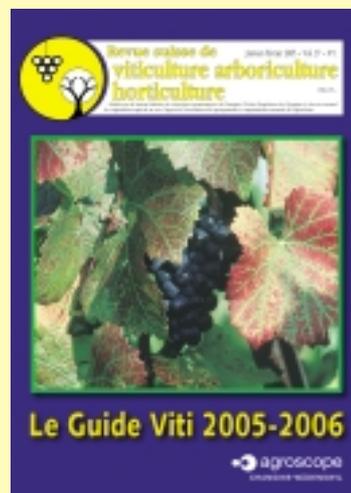
**ULTIME DÉLAI  
POUR LES COMMANDES  
21 janvier 2005**

## À NOS ANNONCEURS

La *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* éditera, dans son premier numéro de février 2005, les trois documents mentionnés ci-contre.

**Le NOUVEAU «Guide VITI» sera valable durant deux années (2005-2006).** Ce guide, fort connu en Suisse et à l'étranger (France), reste l'outil de référence pour les viticulteurs, les enseignants, les vulgarisateurs, le commerce, les firmes de produits phytosanitaires et les étudiants.

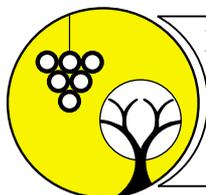
☞ **Afin de faire connaître vos produits, nous vous suggérons de placer une ou plusieurs annonces dans ce numéro (VITI 1/05).**



Veuillez d'ores et déjà réserver vos emplacements auprès de notre régie de publicité:

**PRAGMATIC SA**  
MM. Boujon et Magnin

Av. de Saint-Paul 9 – CH-1223 COLOGNY  
Tél. 022 736 68 06 – Fax 022 786 04 23  
E-mail: [magninpaul@bluewin.ch](mailto:magninpaul@bluewin.ch)



## Sommaire



### Photo de couverture:

Qu'il s'agisse de vins de table ou de vins de fête (voir l'article de CUÉNAT sur les vins liquoreux en p. 325), la recherche agronomique a participé à leur genèse, de la sélection des cépages à l'amélioration des vins, en passant par tous les soins nécessaires à la prospérité de la vigne. La Station fédérale Agroscope RAC Changins et la *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture* remercient tous leurs fidèles partenaires et lecteurs et leur souhaitent de joyeuses Fêtes de fin d'année.

(Photo Agroscope RAC Changins)

### Editorial

Pas si simple... la culture des simples! 317  
Ch. REY

### Agroscope RAC Changins

Comportement de cinq clones de Sauvignon blanc et d'un clone de Sauvignon gris 319  
D. MAIGRE

Qualité des vins doux (liquoreux): comparaison de diverses techniques d'élaboration 325  
Ph. CUÉNAT, Ch.-A. BRÉGY, F. LORENZINI et O. VIRET

La variété d'hysope officinale «Perlay» 337  
Ch. REY, C.-A. CARRON, A. COTTAGNOUD, Bénédicte BRUTTIN et Ch. CARLEN

L'antracnose de la guimauve 343  
V. MICHEL

Essai de défeuillage de la zone des grappes sur Merlot au Tessin 355  
F. MURISIER et M. FERRETTI

Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Garanoir 361  
J.-L. SPRING

Poivron: adaptation de la solution nutritive en système recyclé 368  
D. PIVOT et J.-M. GILLIOZ

### En collaboration avec l'Université de Neuchâtel

Identification moléculaire des variétés de châtaignier en Suisse 349  
S. ABDELHAMID, P. KÜPFER, M. CONEDERA et C. L. LÉ

### Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

Le coffret de dégustation pour œnophiles de VINette: un projet de la volée 2002-2005 de la filière œnologie de la HES-SO 366  
Bactéries œnologiques: des *Pediococcus* dignes d'intérêt? 367

### Informations agricoles

SIVAL: du 12 au 14 janvier 2005 à Angers 335

Actualités d'Agroscope FAW Wädenswil 360

Table des matières 2004 373

## Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture et/ou Revue suisse d'Agriculture

**ÉDITEUR:** AMTRA (Association pour la mise en valeur des travaux de la recherche agronomique). Case postale 516, CH-1260 Nyon 1 (Suisse)  
www.amtra.ch

**RÉDACTION:** André Maillard (directeur et rédacteur en chef)  
Eliane Rohrer (tél. 022 363 41 54, fax 022 363 41 55, e-mail: eliane.rohrer@rac.admin.ch)

**COMITÉ DE LECTURE:** A. Stäubli (directeur), Ch. Darbellay, N. Delabays, P. Gugerli, F. Murisier et O. Viret (RAC)  
J.-Ph. Mayor (directeur) EIC  
Dominique Barjolle (directrice) SRVA

**PUBLICITÉ:** PRAGMATIC SA, 9, av. de Saint-Paul, 1223 Cologny, tél. (+41) 22 736 68 06, fax (+41) 22 786 04 23

**PRÉPRESSE:** inEDIT Publications SA, 1025 Saint-Sulpice

**IMPRESSION:** Courvoisier-Attinger Arts graphiques SA

### SERVICE DES ABONNEMENTS

Vous pouvez obtenir soit un abonnement **combiné** à nos deux Revues (12 numéros), c'est-à-dire *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture* et *Revue suisse d'Agriculture* à **un prix très favorable**, soit un abonnement **simple** à l'une ou à l'autre (6 numéros).

#### ABONNEMENT ANNUEL (2005)

	SIMPLE (6 numéros)	COMBINÉ (12 numéros)
<b>SUISSE:</b>	CHF 42.-	CHF 62.-
<b>FRANCE:</b>	€ (Euros) 33.-	€ (Euros) 47.-
<b>AUTRES PAYS:</b>	CHF 47.-	CHF 68.-

**RENSEIGNEMENTS ET COMMANDES:** Pierre-Alain Nussbaum, Agroscope RAC Changins, CH-1260 Nyon 1  
Tél. (+41) 22 363 41 52 ou fax (+41) 22 363 41 55  
E-mail: pierre-alain.nussbaum@rac.admin.ch

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

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



# PÉPINI...RES 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

**Optisol**  
La force de votre sol

**TRADECORP**

*Nous vous souhaitons  
de bonnes fêtes de fin d'année  
et tous nos vœux de réussite  
pour 2005!*

Claude Dumauthioz 079 350 53 56  
Robert Justamond 079 641 26 03  
Anton Grub 079 305 91 74

Les produits Optisol et Tradecorp sont  
distribués en Suisse par  
Optisol, 1913 Saillon.



**Réduire vos coûts de production?**

**La solution...**

**Travaux de cave à façon - location de matériel de cave**

Vinification - Préfiltration - Analyses - Mise en bouteilles  
Etiquetage - Surpiquage d'étiquettes - Fournitures - Conseils œnologiques



Maison fondée en 1895

**CAVE ALBERT MAYOR SA** 1800 VEVEY

Prestataire de services

Tél. 021 921 13 41

Fax 021 921 19 38

Mobile 079 210 69 14

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

## Pas si simple... la culture des simples!

*Dans le passé, les plantes aromatiques et médicinales, aussi dénommées simples en raison de leur appartenance à Dame Nature, se cueillaient en toute liberté dans notre environnement; depuis, l'engouement populaire a largement contribué à développer leur domestication. Le secteur de production des plantes aromatiques et médicinales a le vent en poupe en Suisse. On en parle beaucoup, peut-être trop au goût de certains, craignant la concurrence. Si le volume produit dans nos montagnes s'est stabilisé durant ces deux dernières années, l'intérêt pour elles ne cesse de croître. Des laboratoires de productions industrielles aux consommateurs, tous pensent aux plantes pour se nourrir plus sainement, se soigner... ou pour se faire une beauté avec ces molécules extraites du vivant.*

*Les travaux de recherches visant à améliorer l'homogénéité, la productivité et la qualité des plantes cultivées sont récompensés par l'obtention de variétés performantes et adaptées au climat montagnard<sup>1</sup>. Notre programme d'activités consacre une part toujours plus large à l'étude et à la création de variétés orientées vers les besoins du marché et des producteurs. Comme l'éventail des espèces à explorer et à analyser est toujours extraordinairement riche, ce travail de domestication et de sélection devrait se poursuivre dans le futur.*

*Au sujet des techniques culturales, une bonne approche des diverses phases de culture a été réalisée à travers des essais conduits à Bruson, Arbaz et ailleurs. Toutefois, beaucoup reste à faire dans ce domaine, surtout si l'on considère qu'il s'agit de production biologique dans les conditions parfois difficiles de la montagne. La fumure et la rotation des cultures par exemple nécessitent encore des connaissances approfondies, sans oublier les techniques de mise en culture rationnelle, notamment les semis de précision et les méthodes d'entretien, souvent capitales!*

*De même, avec le développement de ces cultures, l'aspect phytosanitaire, négligeable il y a quelques années encore, prend soudainement de l'importance. Les rouilles de la menthe, de la mauve et du genépi, par exemple, ont pu être contournées par la sélection de variétés tolérantes ou résistantes. La sclérotiniose de l'hysope a pu également être freinée dans sa progression (voir l'article de REY et al. en p. 337). Cependant, d'autres maladies comme l'anthracnose continuent à inquiéter les producteurs de guimauve depuis trois à quatre ans: aussi des recherches ciblées ont-elles été entreprises afin de restaurer la santé dans les parcelles et de satisfaire aux contrats de culture (voir l'article de MICHEL en p. 343). Des ravageurs – cicadelles, pucerons, thrips et acariens jaunes – provoquent aussi parfois de sérieux dégâts et leur impact est suivi depuis quelques années.*

*Dans le secteur des plantes aromatiques et médicinales aussi, la tendance est de se tourner vers l'optimisation et la rationalisation pour gagner en compétitivité sans toutefois négliger la qualité. Ainsi, on a vu ces dernières années les petites surfaces régresser chez les agriculteurs temporaires au profit de plus grandes unités très professionnellement conduites. Mais saurons-nous être assez sages pour développer une production de plantes aromatiques et médicinales qui reste en harmonie avec la tradition paysanne et l'environnement? C'est ainsi qu'à moyen terme, de nouveaux signes de qualité valorisants démarqueront sûrement cette production montagnarde originale; mais on voit bien que la culture des simples n'est pas si simple à réaliser!*

Charly Rey



E-mail: [charles.rey@rac.admin.ch](mailto:charles.rey@rac.admin.ch)

<sup>1</sup>A titre d'exemple, on peut citer le thym Varico, la sauge Regula, l'origan Carva, la mélisse Landor, l'hysope Perlay, le genépi RAC12, etc.

**ANGERS**  
12 - 13 - 14  
Janvier 2005

Les dernières tendances s'exposent...

Au programme de SIVAL 2005 :

- 600 exposants en matériels dernier cri, agro-fournitures et services.
- le colloque Euroviti sur la microbiologie.
- les entretiens techniques Ciffr Fruits sur les aspects environnementaux en production fruitière.
- les conférences production ciblées par filières.
- les conférences multi-filières sur le thème Novafel : « Formation, emploi et transmission d'entreprise en cultures spécialisées ».
- les rendez-vous Conseil Export.

**VISITES GUIDÉES AU DÉPART DU SALON :**

L'Unité Expérimentale de la Rétilière - INRA d'Angers, site de Champigné, le mercredi 12 janvier

SNES, Station Nationale d'Essais de Semences GEVES (49), à Angers Technopole, le jeudi 13 janvier

Météo France, site de Beaucazé (49), le jeudi 13 janvier

Laboratoire d'Analyse Sensorielle de l'École Supérieure d'Agriculture, le vendredi 14 janvier

Centre d'expérimentations légumières Ciffr de Carquefou (44), le vendredi 14 janvier

Angers Parc Expo - [www.sival-angers.com](http://www.sival-angers.com)  
Tél. 33 (0)2 41 93 40 40  
Fax 33 (0)2 41 93 40 50

**SIVAL**

SALON DES MATÉRIELS ET TECHNIQUES VITICOLES, HORTICOLES, ARBORICOLES ET LÉGUMIERS

Je désire recevoir ..... invitation(s)

- Le programme du salon (conférences, événements,...)
- Le bulletin d'inscription au colloque EUROVITI
- Le bulletin d'inscription aux Entretiens Techniques Ciffr Fruits
- Le bulletin d'inscription aux visites guidées
- Le bulletin d'inscription aux rendez-vous Conseil Export

Nom, prénom \_\_\_\_\_ Fonction \_\_\_\_\_  
Société / GAEC \_\_\_\_\_ Activité \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_  
Tél. \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_ E-mail \_\_\_\_\_

Angers Parc Expo - 49044 Angers Cedex 01 - France

Conformément à la loi Informatique et Liberté n°78 du 6 janvier 1978, vous disposez d'un droit de regard et de rectification sur les informations vous concernant.

Martin Auer  
Pépinières viticoles  
8215 Hallau



## C'est le bon moment pour votre choix !

Assortiment complet des variétés, clones et porte-greffes et raisins de table

Service de plantation à la machine

Demandez nos conseils et notre brochure en couleur, gratuite, sur les variétés

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

E-mail: [auer@rebschulen.ch](mailto:auer@rebschulen.ch)

Tél. 052 681 26 27 • Fax 052 681 45 63

## LIXION

LE SÉCATEUR ÉLECTRONIQUE PELLENC NOUVELLE GÉNÉRATION  
LA HAUTE TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA TAILLE

- BEAUCOUP PLUS D'AUTONOMIE AVEC BATTERIE PLUS LÉGÈRE
- PUISSANCE, CAPACITÉ DE COUPE ET PROGRESSIVITÉ ACCRUES
- MEILLEURE ERGONOMIE
- LÉGÈRETÉ DU SÉCATEUR

**NOUVEAU**



**DISTRIBUTION - VENTE - SERVICE**

**CHAPPOT** SA

1906 CHARRAT

Tél. 027 746 13 33

Fax 027 746 33 69

E-mail: [etchapsa@omedia.ch](mailto:etchapsa@omedia.ch)

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

# Comportement de cinq clones de Sauvignon blanc et d'un clone de Sauvignon gris

D. MAIGRE, Agroscope RAC Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully

 E-mail: [dominique.maigre@rac.admin.ch](mailto:dominique.maigre@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 560.

## Résumé

Un essai de comportement de clones de Sauvignon a été mis en place sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Nyon (VD). Cinq clones de Sauvignon blanc (159, 241, 316, 317 et 378) et un clone de Sauvignon gris (917), tous inscrits au Catalogue français, ont été expérimentés. L'étude n'a pas permis de mettre en évidence d'importantes différences entre les clones étudiés, mis à part pour le poids des grappes et des baies et pour l'acidité du moût. Cette dernière a été la plus basse pour les clones 241, 378 et 917.

## Introduction

Le Sauvignon blanc (fig. 1) est un cépage cultivé dans de nombreux pays du monde. Son pays d'origine est la France. La région exacte de sa provenance reste toutefois indéterminée entre le Centre (Loire) et le Sud-Ouest. La culture du Sauvignon blanc est en progression constante. En France, ses surfaces ont passé de 5558 ha en 1958 à 12 026 ha en 1988, pour atteindre 19 974 ha en 1998. La région du Languedoc-Roussillon a joué un rôle important dans cette progression (BOUBALS, 2003). En Suisse, les parcelles plantées en Sauvignon blanc couvraient 72,6 ha en 2002.

Des travaux portant sur la sélection et le testage de clones de Sauvignon blanc ont été conduits en France (ANONYME, 1995) et dans certaines autres régions de culture de ce cépage (CALÒ *et al.*, 1988; BOSELLI, 1991; EWART *et al.*, 1993; STEFANINI *et al.*, 1993; COLUGNATI et GOTTARDO, 1997; RAIFER *et al.*, 2004).

Le fait que la culture du Sauvignon blanc soit relativement récente en Suisse a pour conséquence que la plus grande partie du matériel végétal utilisé est de type clonal (en provenance de France). Une expérimentation visant à comparer cinq clones agréés en France parmi les plus diffusés a été mise en place. L'unique clone français représentant le Sauvignon gris (forme grise du Sauvignon blanc; fig. 2) a également été mis à l'essai. Le Sauvignon gris est peu cultivé; on estimait sa surface en France à 50 ha en 1994.

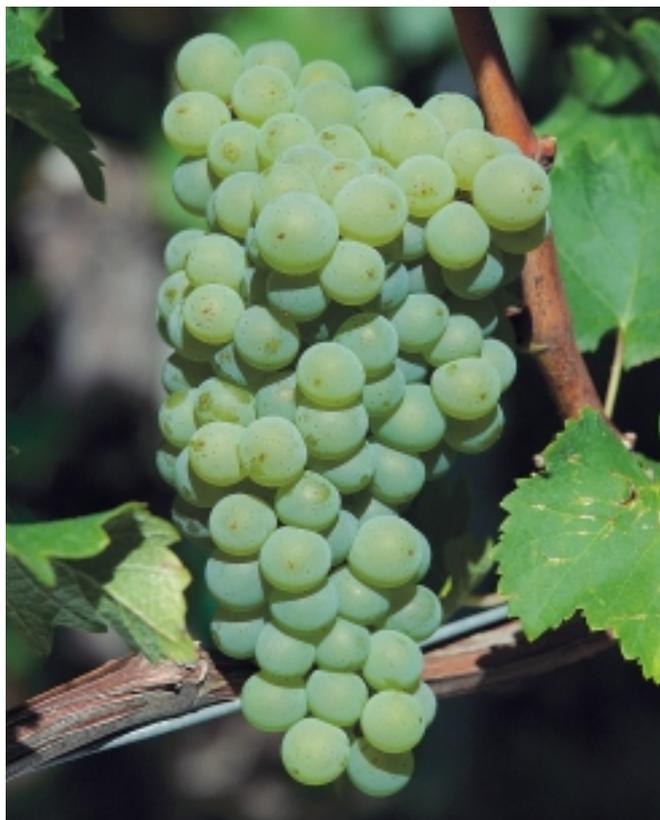


Fig. 1. Le Sauvignon blanc est un cépage largement diffusé dans le monde et dont les deux zones d'origine possibles sont le Centre (Vallée de la Loire) et le Sud-Ouest de la France.

## Matériel et méthodes

L'expérimentation a été conduite sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Nyon, sur un sol composé de 15% d'argile, 35% de silt et 60% de sable. Le sol, moyen, peu profond et peu caillouteux, contient un taux de calcaire total de 5%. A Changins, la température moyenne du 15 avril au 15 octobre est de 14,9 °C, et la somme des précipitations annuelles atteint 947 mm en moyenne.

L'évaluation a porté sur un choix de clones de Sauvignon blanc, tous inscrits au Catalogue français (ANONYME, 1995). Les clones 159, 241, 316 et 317 sont classés en catégorie B de ce catalogue (production moyenne à élevée), tandis que le clone 378 est inscrit en

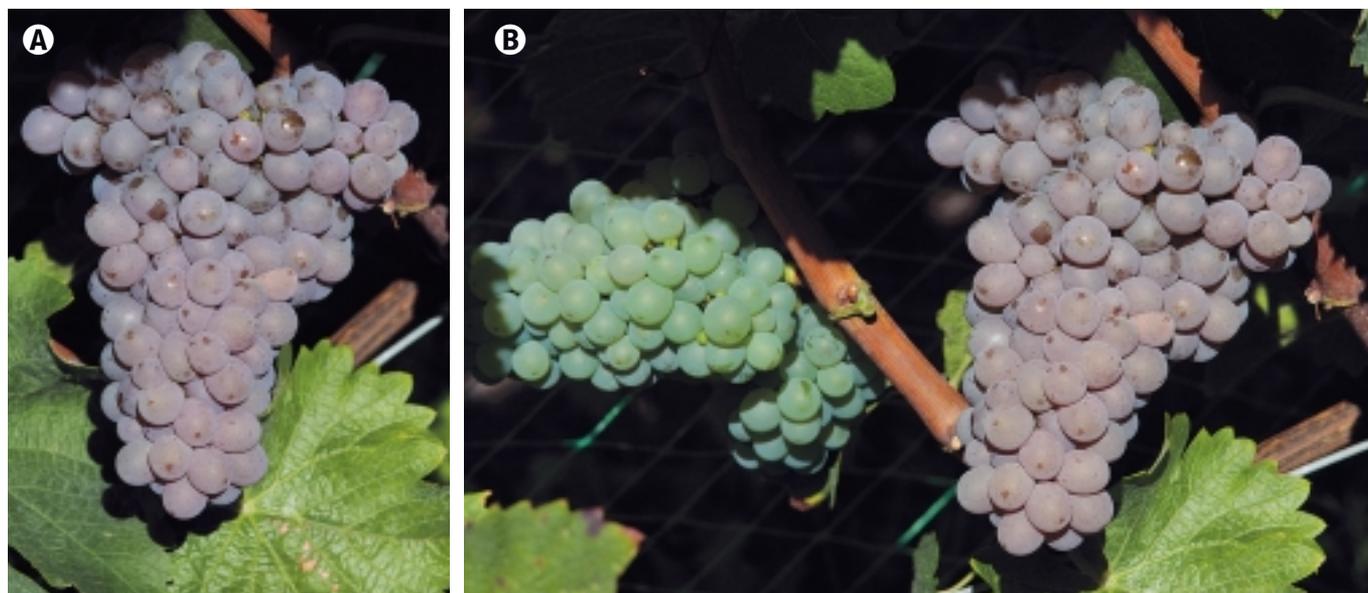


Fig. 2. Le Sauvignon gris (A) est la forme grise de Sauvignon blanc. A la suite de mutations spontanées, il est parfois possible d'observer des grappes blanches sur des ceps de Sauvignon gris (B).

catégorie C (production élevée à très élevée). Le clone 917, expérimenté en complément dans cet essai, est le seul clone de Sauvignon gris actuellement inscrit à ce catalogue.

Les clones ont été greffés sur 3309C et plantés en 1994 en doubles rangs alternés, distants respectivement de 115 et 200 cm. La distance interceps était de 85 cm. L'essai a été disposé en blocs randomisés à quatre répétitions. Les parcelles élémentaires comprenaient seize ceps (21,4 m<sup>2</sup>).

La coulure, le millerandage et la compacité des grappes ont été notés visuellement, quelques jours avant la récolte, en attribuant une note de 1 (pas, faible) à 9 (beaucoup, élevé). Dans cette expérimentation, le but était d'obtenir une production d'environ 1 kg/m<sup>2</sup> pour chaque clone, de manière à comparer les paramètres analytiques et organoleptiques à un niveau de rendement similaire. Certaines années, une limitation de rendement a été nécessaire; elle a été réalisée après avoir estimé le rendement potentiel de chaque clone.

Les clones ont été vinifiés séparément en 1999, 2000 et 2001. Après le prélèvement au foulage, la vendange des différentes répétitions a été assemblée de manière à obtenir un seul vin par clone. Une fois rassemblés, ces moûts ont à nouveau été analysés à la cuve. Les vinifications ont été effectuées selon les pratiques œnologiques usuelles. Après sulfitage (50 mg/l) et débouillage, les moûts ont été amenés à une teneur en sucre standard par chaptalisation en cas de nécessité. Les vins ont été centrifugés après fermentation alcoolique. Après avoir effectué la fermentation malolactique, ils ont été stabilisés, filtrés, puis mis en bouteilles et analysés.

Les analyses courantes des moûts et des vins ont été effectuées selon les méthodes du *Manuel suisse des denrées alimentaires*. L'acidité totale est exprimée en acide tartrique et l'acidité volatile en acide acétique. Les vins ont été jugés par un collège de dégustateurs d'Agroscope RAC Changins quelques semaines après la mise en bouteilles. L'appréciation des différents critères

organoleptiques s'est effectuée selon une échelle de notation allant de 1 (mauvais, faible) à 7 (excellent, élevé).

## Résultats et discussion

### Comportement agronomique

Le contrôle de la fertilité n'a pas montré de différences significatives entre les clones (valeurs entre 1,72 et 1,83 inflorescence par rameau). Le rendement obtenu et le nombre de grappes supprimées pour le réglage de la récolte sont présentés à la figure 3A. Les clones ont tous obtenu

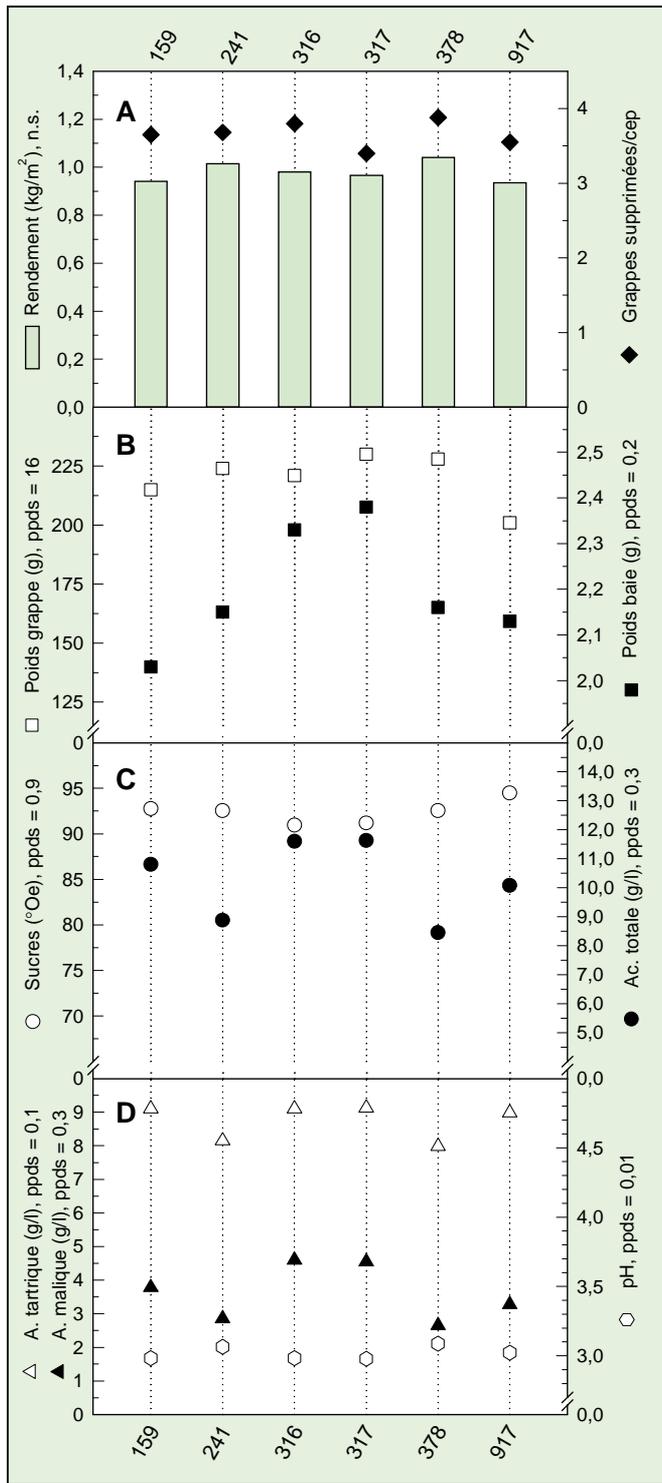
des rendements moyens proches de 1 kg/m<sup>2</sup>, avec une élimination moyenne de trois ou quatre grappes par cep.

Des différences ont été constatées dans le poids des grappes et des baies (fig. 3B). Le Sauvignon gris 917 et le clone 159 ont présenté les poids les moins élevés. Des différences de quelques degrés Oechsle ont pu être mises en évidence au niveau des sucres, le Sauvignon gris obtenant la valeur la plus élevée (fig. 3C). De grands écarts entre les clones ont été relevés pour l'acidité du moût (env. 4 g/l). Ces différences concernaient soit l'acide tartrique, soit l'acide malique (fig. 3D). En revanche, la détermination de l'indice de formol

Tableau 1. Essai de clones de Sauvignon à Changins. Analyse des moûts à la cuve et des vins en bouteilles. Moyennes 1999-2001.

Paramètre		159	241	316	317	378	917
Rendement (kg/m <sup>2</sup> )		1,25	1,38	1,32	1,35	1,39	1,17
Moût	Réfractométrie (°Brix)	21,1	20,7	20,9	20,9	20,6	21,8
	Réfractométrie (°Oe)	87,7	85,9	87,0	86,8	85,6	91,1
	pH	3,18	3,23	3,16	3,16	3,25	3,28
	Acidité totale (g/l)	8,6	8,0	9,5	9,4	7,8	7,7
	Acide tartrique (g/l)	6,7	6,4	6,7	6,7	6,3	6,4
	Acide malique (g/l)	4,1	4,0	4,9	4,9	3,8	3,7
Indice de formol		11,2	10,9	11,2	11,3	10,5	11,5
Sucrage (%)		0,58	2,67	0,83	0,83	1,08	0,17
Vin	Alcool (vol. %)	12,7	12,9	12,9	12,8	12,9	13,1
	Extrait (g/l)	15,1	14,6	15,2	15,6	14,5	15,4
	Sucre (g/l)	~1	~1	~1	~1	~1	~1
	pH	3,44	3,44	3,42	3,51	3,42	3,45
	Acidité totale (g/l)	4,9	4,9	5,1	4,8	4,8	4,8
	Acidité volatile (g/l)	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
	Acide tartrique (g/l)	1,4	1,5	1,5	1,3	1,5	1,5
	Acide malique (mg/l)	0,37	0,38	0,24	0,26	0,30	0,35

Fig. 4. Essai de clones de Sauvignon blanc et gris à Changins.  $\triangle$  Indice de formol du moût. Moyennes 1999-2003. Les différences ne sont pas significatives.



$\triangle$  Fig. 3. Essai de clones de Sauvignon blanc et gris à Changins. Potentiel de rendement, poids des grappes et des baies et composition du moût. **A:** moyennes 1997-2003 pour le rendement et 1999-2002 pour le nombre de grappes supprimées (aucune en 1997 et 1998); **B:** moyennes 1999-2002; **C** et **D:** moyennes 1997-2003. La plus petite différence significative (ppds) est indiquée à P = 0,05; n.s. = différences non significatives.

Fig. 6. Essai de clones de Sauvignon blanc et gris à Changins.  $\triangle$  Taux de pourriture (moyennes 2001-2002) et poids des bois de taille (moyennes 1999-2002). La plus petite différence significative (ppds) est indiquée à P = 0,05.

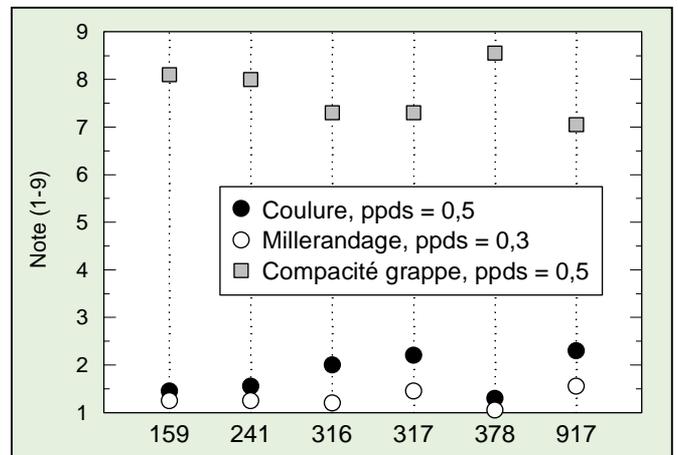
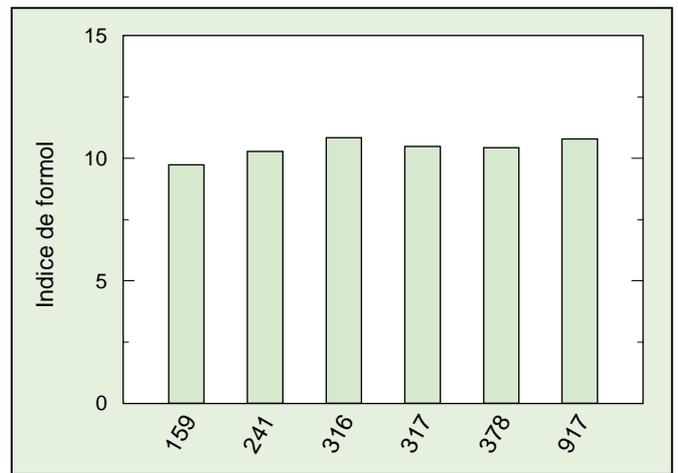
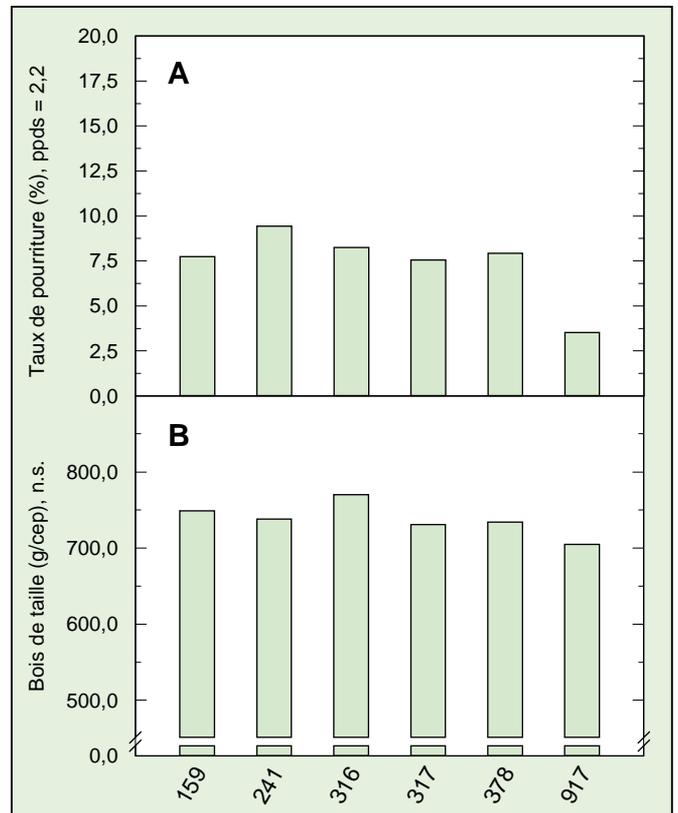


Fig. 5. Essai de clones de Sauvignon blanc et gris à Changins. Coulure, millerandage et compacité de la grappe. Moyennes 1997-2001. La plus petite différence significative (ppds) est indiquée à P = 0,05.



**Tableau 2. Essai de clones de Sauvignon à Changins. Résultat de la dégustation effectuée en mai de l'année suivant la récolte.**

Notes croissantes d'intensité ou de qualité de 1 à 7. Moyennes 1999-2001.

Paramètre	159	241	316	317	378	917
Qualité olfactive	4,1	4,1	4,0	4,0	3,8	4,1
Structure	4,3	4,2	4,3	4,5	4,1	4,4
Acidité	4,0	4,3	4,3	4,1	4,3	4,0
Equilibre	4,1	4,2	4,1	4,2	4,1	4,2
Amertume	2,6	2,7	2,7	2,6	3,0	2,6
Impression générale	4,1	4,1	4,0	4,2	3,9	4,2

(azote assimilable des moûts) n'a pas révélé de différence significative (fig. 4).

Aucun des clones n'a montré de sensibilité particulière à la coulure ou au millerandage (fig. 5). Cependant, les numéros 316 et 317, ainsi que le Sauvignon gris 917, avaient en général des grappes un peu moins compactes, conséquence probable d'un taux de nouaison un peu moins élevé.

Des attaques de pourriture relativement contenues sont apparues en 2001 et 2002 (fig. 6A). Le Sauvignon gris a montré un taux d'attaque plus faible que les clones de Sauvignon blanc.

L'expression végétative évaluée par le poids des bois de taille n'a pas mis en évidence de différences significatives entre les clones examinés (fig. 6B).

## Vinification et dégustation

Des vinifications séparées ont été effectuées en 1999, 2000 et 2001. Pour ces millésimes, les valeurs moyennes de rendement, de composition des moûts prélevés à la cuve et celles des vins en bouteilles sont données dans le tableau 1. Les rendements obtenus pour ces trois millésimes ont été supérieurs à la moyenne calculée pour toute la durée de l'essai (fig. 3A) et les taux de sucres inférieurs. Après chaptalisation en fonction du taux de sucres des moûts, les taux d'alcool obtenus ont été similaires. Les autres paramètres des vins ont été très proches, y compris l'acidité totale, après que les vins ont effectué la fermentation malolactique.

La synthèse des résultats des dégustations effectuées quelques semaines après la mise en bouteilles est présentée dans le tableau 2. Les différences ont été peu importantes; le clone 378 a toutefois été un peu moins bien jugé. Cette observation confirme les informations contenues dans le Catalogue français (ANONYME, 1995).

## Remerciements

Les collaborateurs de la section de viticulture et d'œnologie d'Agroscope RAC Changins qui ont participé à

cette expérimentation sont vivement remerciés de leur précieuse collaboration.

## Conclusions

- ❑ Le taux de fertilité a été similaire pour tous les clones de Sauvignon blanc et gris examinés.
- ❑ Le potentiel de production a été proche pour tous les clones.
- ❑ Des différences ont été notées dans le poids des grappes et surtout dans celui des baies.
- ❑ Le moût des clones 378, 241 et 917 présentait l'acidité la plus basse.
- ❑ La dégustation des vins n'a pas mis en évidence de différences importantes entre les clones.

## Bibliographie

- ANONYME, 1995. Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France. ENTAV Ed., 357 p.
- BOSELLI M., 1991. Caratteristiche genetiche e attitudini colturali dei vitigni Cabernet Sauvignon e Sauvignon bianco. *Vignevini* 1/2, 29-35.
- BOUBALS D., 2003. Le Sauvignon blanc dans le Languedoc et le Roussillon. *Progrès Agricole et Viticole* 120, 305-311 et 343-347.
- CALÒ A., COSTACURTA A., CANCELLIER S., CEROSIMO A., GIUST M., MUCIGNAT D., 1988. La selezione clonale del Sauvignon B. *Rivista di Viticoltura e di Enologia* 41, 137-148.
- COLUGNATI G., GOTTARDO L., 1997. Risposta adattativa della cv. Sauvignon blanc alle condizioni edafiche della pianura friulana. *Vignevini ricerca* 12, 19-22.

## Zusammenfassung

### Verhalten von fünf Sauvignon blanc und einem Sauvignon gris Klonen

Ein Leistungsversuch von Sauvignon-klonen wurde auf dem Versuchsbetrieb von Agroscope RAC Changins in Nyon (VD) durchgeführt. Fünf Sauvignon blanc Klone (159, 241, 316, 317 und 378), sowie ein Sauvignon gris Klon (917) wurden getestet. Alle Klone sind im französischen Katalog eingeschrieben. Der Versuche konnte keine grosse Unterschiede zwischen den Klonen hervorzuheben abgesehen vom Trauben- und Beerengewicht und vom Säuregehalt des Mostes; der Säuregehalt war am niedrigsten für die Klone 241, 378 und 917.

## Summary

### Behaviour of five clones of Sauvignon blanc and one clone of Sauvignon gris

To test the behaviour of Sauvignon clones in Swiss conditions, a trial was set up on the experimental vineyard of Agroscope RAC Changins at Nyon (VD). Five clones of Sauvignon blanc (159, 241, 316, 317 and 378), as well as one clone of Sauvignon gris (917), all from the French Catalogue, were tested. The experimentation did not highlight important differences between the studied clones, except for the weight of the bunches and berries and for the acidity of the must. The acidity was lower for clones 241, 378 and 917.

**Key words:** Sauvignon blanc, Sauvignon gris, clones, grapevine.

EWART A. J. W., GAWEL R., THISTLEWOOD S. P., MCCARTHY M. G., 1993. Evaluation of must composition and wine quality of six clones of *Vitis vinefera* cv. Sauvignon blanc. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 33, 945-951.

RAIFER B., TERLETH J., PEDRI U., 2004. Lb36 und Lb50, zwei neue Laimburger Klone der Sorte Weisser Sauvignon. *Obstbau Weinbau* 2, 48-50.

STEFANINI M., IACONO F., PORRO D., BERTAMINI M., DAL PIAZ A., 1993. Adattamento di alcuni cloni di Sauvignon blanc all'altitudine. *Vignevini* 12, 45-48.

## Riassunto

### Comportamento di cinque cloni di Sauvignon bianco e di un clone di Sauvignon grigio

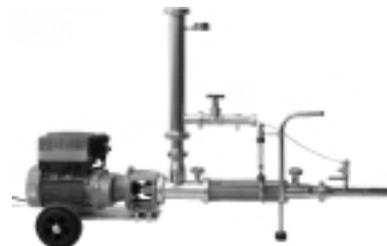
Una prova di comportamento di cloni di Sauvignon è stata realizzata nel vignetto sperimentale di Agroscope RAC Changins a Nyon (VD). Sono stati sperimentati cinque cloni di Sauvignon bianco (159, 241, 316, 317 e 378) e un clone di Sauvignon grigio (917), tutti iscritti nel catalogo francese. Lo studio non ha potuto mettere in evidenza differenze importanti tra i cloni, ad eccezione del peso dei grappoli e degli acini così, e dell'acidità del mosto; l'acidità la più bassa è stata quella dei cloni 241, 378 e 917.

Mis en bouteille par

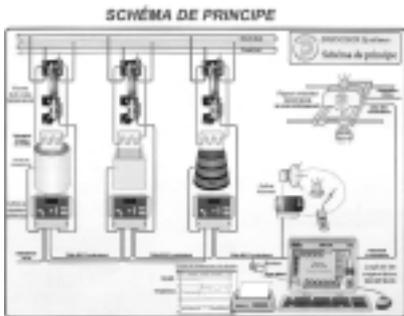
*LES POMPES SMILINOX*



*LA FLOTTATION*



*GESTION DE TEMPÉRATURE*



Ce schéma de principe complet est basé sur l'utilisation d'un moteur "Cheval et Poulx". Toutefois, le modèle de système "TIC 200" peut également être utilisé avec un moteur électrique. Pour plus de détails, voir le manuel d'entretien.



*LES POMPES SCHNEIDER*



9, CHEMIN DES CARIÈRES  
1219 LE LIGNON-GENÈVE  
TÉL. 022 796 77 66 – FAX 022 797 08 06



MAISON FONDÉE EN 1888

**DUPENLOUP SA**

FABRIQUE DE POMPES  
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE

# Parfois la taille est importante!

**Elle est belle, grande,  
et présente bien.**

**De plus, c'est un produit  
de chez nous...**

- Pour vos foires et expositions,
- comme enseigne, décoration,
- ou autres actions promotionnelles...

nous vous fournissons une bouteille  
en matière synthétique de **2,1 mètres  
de hauteur** sur 50 cm de diamètre.

La couleur est à votre choix et nous  
mettons à votre disposition un service  
d'agrandissement de vos étiquettes.



**... une bouteille  
géante à la  
hauteur de  
votre vin!**

**Appelez-nous!  
021 946 33 34**



1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86  
[www.serex-plastiques.ch](http://www.serex-plastiques.ch)

**Pour la promotion de vos vins.**

## PLANTS + PLANTATION = GARANTIE TOTALE

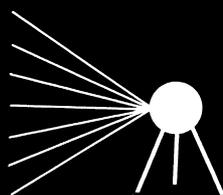


**Demandez nos prix  
avantageux!**

Pour tout cépage  
et porte-greffe, les clones  
les mieux adaptés  
aux exigences d'aujourd'hui:

*production régulière,  
rendement modéré, qualité optimale*

machine à planter  
la vigne  
à alignement laser



**Pépinières viticoles**

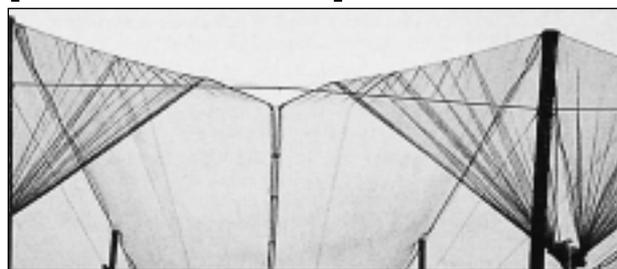
**Roger Burgdorfer**

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

1242 Satigny/Genève

Tél./Fax 022 753 18 55

## Un concept de qualité pour l'Europe entière



- Filets antigrêle, à trois fils, tissés sur des machines suisses Sulzer (1+1+1)
- **Nouveau:** livrable en filets à trois fils (1+1+1) «cristal-blanc», gris et noir
- 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)

# Qualité des vins doux (liquoreux): comparaison de diverses techniques d'élaboration<sup>1</sup>

Ph. CUÉNAT, Ch.-A. BRÉGY, F. LORENZINI et O. VIRET<sup>2</sup>, Agroscope RAC Changins, case postale 254, CH-1260 Nyon 1

 E-mail: philippe.cuenat@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 337.

## Résumé

Les vins doux suisses sont traditionnellement élaborés à partir de vendanges tardives. Toutefois, la réussite de ce processus dépend fortement des conditions météorologiques. Trois autres procédés ont été testés sur du Pinot gris pendant trois années et comparés à la vendange tardive: la concentration partielle du moût par évaporation, la cryoextraction et le passerillage hors souche réalisé à diverses températures. Le nombre de bactéries acétiques et lactiques dans le raisin est le plus faible dans les variantes vendanges tardives et passerillage hors souche à température élevée. La teneur en acide malique des baies soumises au passerillage hors souche varie en fonction de la température. La concentration partielle du moût donne les vins les plus acides, les plus riches en acidité volatile et les plus pauvres en anhydride sulfureux. Le passerillage hors souche, réalisé dans des conditions de température appropriées, donne des vins de qualité équivalente à ceux issus de vendanges tardives. La combinaison des vendanges tardives avec la cryosélection donne également des résultats gustatifs intéressants.

## Introduction

Les vins liquoreux sont de plus en plus recherchés par le consommateur. De nombreux encaveurs désirent en proposer à leur clientèle comme vins de prestige. Traditionnellement, les vins liquoreux sont élaborés à partir de vendanges tardives (surmaturation à la vigne). Les conditions météorologiques déterminent l'état des baies et, par conséquent, la qualité des vins. Un climat optimal permettra le développement de la pourriture noble par le champignon *Botrytis cinerea*. Mais si une humidité excessive s'installe au vignoble, la pourriture grise prendra le dessus. Cette pourriture, redoutée des vigneron, développe des odeurs de champignon, de

moisi, et peut s'accompagner d'acidité volatile due, entre autres, au développement de bactéries acétiques. Notons que des conditions météorologiques particulières peuvent aussi permettre d'élaborer des vins doux de bonne qualité. Les nuits de grand froid, par exemple, le gel provoque un durcissement partiel des raisins, ce qui permet d'élaborer les célèbres vins des glaciers (*Eiswein*).

Du fait que la réussite de la technique de vendange tardive dépend fortement des conditions météorologiques, tous les millésimes et toutes les régions ne conviennent pas à l'élaboration de très bons produits. Le but de nos essais est de mettre au point des techniques de vinification qui permettent d'obtenir des vins doux de bonne qualité, sans dépendre des conditions climatiques de la période de surmaturation.

Diverses techniques d'élaboration des vins doux sont présentées dans ce travail avec leurs avantages et inconvénients respectifs, ainsi que leurs influences sur les propriétés analytiques et gustatives des vins. Le passerillage

hors souche (effectué dans diverses conditions), la cryoextraction et l'autoenrichissement du moût par évaporation ont été ainsi comparés à la technique traditionnelle de vendange tardive. L'influence de la macération pelliculaire de la vendange égrappée et foulée sur la qualité des vins issus de moûts concentrés par évaporation et l'influence réciproque de la date de vendange et de la cryoextraction ont également été examinées.

## Matériel et méthodes

Les essais ont été réalisés sur des vendanges de Pinot gris provenant de la région de Sierre (VS), de 2000 à 2002. Le descriptif des essais est donné dans le tableau 1. Pour les essais de passerillage hors souche, cryoextraction et évaporation, les raisins ont été récoltés à maturité optimale (raisins non surmaturés). Pour le passerillage hors souche, les raisins ont été déposés dans des cagettes ajourées (clayettes), contenant 2 à 3 kg de raisins chacune et entreposées dans des chambres à température constante de 20 ou 30 °C, sans régulation de l'humidité relative. En 2002, un essai a été réalisé à

<sup>1</sup>Exposé présenté au 7<sup>e</sup> Symposium international sur les innovations en œnologie, Inter-vitis Interfructa, 10-11 mai 2004, Stuttgart, Allemagne.

<sup>2</sup>Avec la collaboration technique de B. Bloesch, J. Taillens, E. Zufferey, RAC, et de R. Tamarcaz, Domaine des Muses, Iles Falcon, 3960 Sierre.

**Tableau 1. Descriptif des essais réalisés, état sanitaire de la vendange lors de sa mise en œuvre et densité des populations de levures, bactéries acétiques et lactiques des raisins.**

Millésimes et essais	Grappes avec pourriture visible (%)	Intensité de pourriture visible (%)	Levures (ufc/ml)	Bactéries acétiques (ufc/ml)	Bactéries lactiques (ufc/ml)	Durée du passerillage ou surmaturation à la vigne (jours)
<b>Millésime 2000</b>						
Passerillage hors souche à 20 °C	92	37	4,8E+06	4,7E+05	4,8E+05	15
Passerillage hors souche à 30 °C	63	27	4,2E+06	1,5E+06	4,8E+05	5
Passerillage hors souche de 8 à 22 °C	79	21	4,6E+06	3,3E+05	4,7E+05	15
Evaporation ou cryosélection	59	19	2,8E+05	1,1E+04	2,8E+02	
Vendange tardive. Date: 15.11.00	99	51	3,0E+06	1,1E+04	3,0E+02	49
<b>Millésime 2001</b>						
Passerillage hors souche à 20 °C	45	15	1,0E+05	1,1E+04	2,8E+03	10
Passerillage hors souche à 30 °C	55	26	2,7E+05	6,8E+04	4,2E+04	4
Passerillage hors souche de 8 à 22 °C	52	22	7,5E+05	2,1E+05	3,8E+04	13
Evaporation ou cryosélection	37	8	4,1E+04	1,1E+02	1,3E+02	
Vendange tardive. Date: 17.12.01	55	17	2,5E+05	2,2E+01	1,3E+01	58
<b>Millésime 2002</b>						
Passerillage hors souche à 20 °C	67	28	5,0E+04	4,7E+04	5,7E+04	12
Passerillage hors souche à 30 °C	54	17	2,9E+05	4,0E+03	1,2E+02	6
Passerillage hors souche à 40 °C	55	16	8,5E+04	1,2E+01	1,1E+01	4
Evaporation ou cryosélection	55	20	3,8E+05	1,5E+03	2,3E+01	
Macération pelliculaire & évaporation	55	20	3,8E+05	1,5E+03	2,3E+01	
Vendange tardive. Date: 7.01.03	73	38	nd	nd	nd	84
Surmaturation à la vigne. Date de vendange: 6.11.02 & cryosélection	70	31	1,6E+05	5,1E+03	6,1E+03	32
Surmaturation à la vigne. Date de vendange: 19.11.02 & cryosélection	73	38	nd	nd	nd	45

nd = non déterminé. ufc = unité formant colonie.

40 °C. Une autre variante, avec alternance de la température entre 8 et 22 °C toutes les douze heures, avait pour but d'imiter les conditions du jour et de la nuit. Les essais comprenaient de 100 à 300 kg de vendange. Le degré de pourriture a été déterminé visuellement sur 4 × 50 grappes par variante (0 = sain; 1 = 1/10; 2 = 1/4; 3 = 1/2; 4 = 3/4; 5 = 4/4 de surface de la grappe atteinte). La distinction entre pourriture noble ou vulgaire n'a pas été faite. Les populations de levures, bactéries acétiques et lactiques présentes sur les raisins ont été déterminées selon les méthodes de l'OIV. L'évolution de la composition des baies au cours de la surmaturation à la vigne ou du passerillage hors souche a été suivie sur du moût obtenu au laboratoire par pressurage de 200 baies environ, représentatives de la parcelle ou du lot de raisins passerillés. Les vendanges de maturité optimale (non surmaturées) destinées à la concentration des moûts ont été égrappées, foulées et pressurées dans un presseur pneumatique. Les vendanges tardives ou de passerillage hors souche n'ont pas été égrappées. La macération pelliculaire, réalisée avec des raisins de maturité optimale, a été effectuée sur la vendange égrappée et foulée, à une température comprise entre 15 et 18 °C pendant douze à quinze heures.

L'influence réciproque de la date de vendange et de la cryoextraction a été examinée sur le millésime 2002. Les raisins ont été récoltés à trois dates de vendange différentes et immédiatement entreposés dans un congélateur à une température comprise entre -5 et -9 °C. Après trois semaines de congélation, ils ont été pressés en cryoextraction.

La concentration des moûts a été réalisée après débouillage à l'aide d'un concentra-

teur Alfa-Laval (CT1-B), à une température comprise entre 30 et 40 °C. La vendange destinée à la cryoextraction a été entreposée dans une chambre froide munie d'une soufflerie, à une température oscillant entre -5 et -9 °C. Après un séjour de un à deux mois à cette température, les raisins ont été pressés dans un presseur pneumatique. Les moûts ont été sulfités à 50 mg/l. Après débouillage, les moûts ont été ensemencés avec 15 g/hl de levures sèches actives Castelli 20. La fermentation alcoolique a été arrêtée au degré de sucres résiduels voulu par ajout de 150 mg/l de SO<sub>2</sub> et entreposage au froid. Après deux à trois jours à 2 °C, les vins ont été centrifugés, puis à nouveau entreposés au froid à 2 °C pendant cinq à six semaines pour les stabiliser. Après les stabilisations chimique et physique, les vins ont été préfiltrés, puis mis en bouteilles après filtration stérilisante sur plaques. Les vins ont été dégustés par un collègue de professionnels dans un ordre aléatoire selon une échelle de 7 points et les résultats interprétés selon le programme FIZZ de la maison Biosystèmes (F-21560 Couternon). Les différents descripteurs des vins ont été appréciés en leur attribuant une note (1 = attribut non ressenti ou mauvais, 7 = attribut très marqué ou excellent, sauf pour la sensation d'acidité volatile ou d'amertume: la note 1 signifie pour ces deux derniers critères qu'ils ne sont pas décelés).

Les analyses courantes des moûts et des vins ont été effectuées selon les méthodes du *Manuel suisse des denrées alimentaires*. L'acidité totale est exprimée en acide tartrique. La teneur en composés phénoliques des différentes variantes a été comparée sur la base de l'indice de phénols totaux déterminé par spectrophotométrie d'absorption à 280 nm.

## Résultats

### Evolution de la pourriture, de la population microbienne et de la composition des baies au cours de la surmaturation à la vigne et des diverses techniques de passerillage hors souche

La figure 1 donne un exemple de l'évolution de la pourriture et de la densité des levures, bactéries acétiques et lactiques des raisins au cours de la surmaturation à la vigne et du passerillage hors souche. La pourriture augmente beaucoup plus rapidement avec le passerillage à 20 °C qu'à la vigne. La totalité des grappes est pratiquement atteinte après 21 jours de passerillage alors que cette situation n'intervient qu'après 49 jours à la vigne. L'intensité de la pourriture s'accroît constamment lors de la surmaturation à la vigne tandis qu'elle se stabilise en fin de passerillage à 20 °C.

La surmaturation à la vigne augmente la densité et l'acidité des moûts (fig. 2). L'acide gluconique et le glycérol progressent de manière similaire dans la surmaturation à la vigne, le passerillage hors souche à 20 °C ou avec la variation de température. Dans le procédé

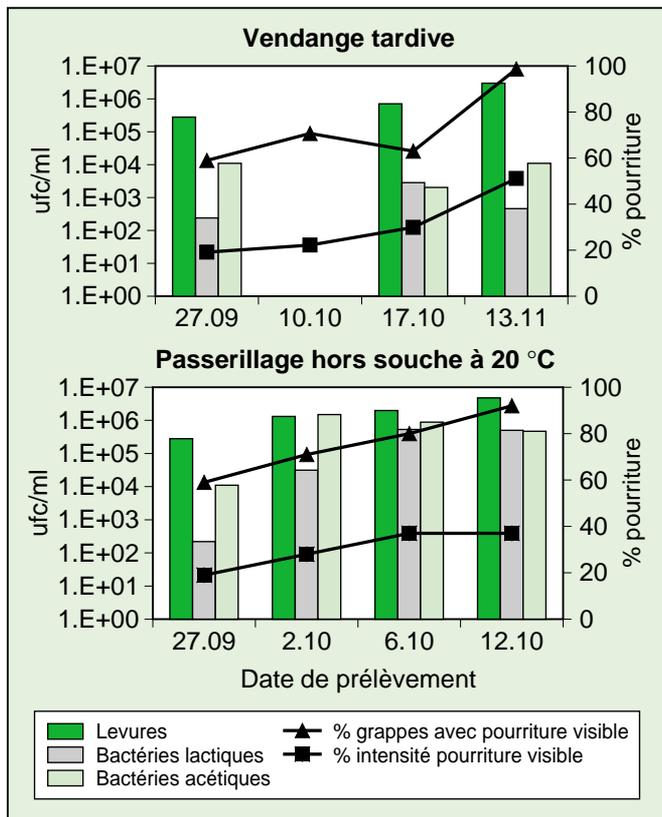


Fig. 1. Evolution de la pourriture et de la densité des populations de levures et de bactéries acétiques et lactiques au cours de la surmaturation à la vigne et du passerillage hors souche. Millésime 2000. ufc = unité formant colonie.

de surmaturation à la vigne, la teneur en glycérol croît plus rapidement que celle de l'acide gluconique. Le passerillage hors souche à 20 °C donne toutefois des concentrations finales un peu plus faibles pour tous ces paramètres, sauf pour l'acide gluconique qui, en fin de maturation, est plus élevé que dans la variante vendange tardive. Des résultats similaires ont été obtenus par passerillage avec les variations de température imitant celles du jour et de la nuit. L'acide malique varie en fonction des techniques appliquées et notamment de la température du passerillage hors souche (fig. 3): il augmente à 20 °C et dans la variante avec variations de température sous l'effet de la concentration des baies, mais diminue nettement à 30 °C. En revanche, la teneur en acide malique croît continuellement dans le procédé de surmaturation à la vigne.

### Etat sanitaire et populations de levures et de bactéries de la vendange

Le tableau 1 donne l'état sanitaire initial de la vendange, les populations de levures, bactéries acétiques et lactiques des raisins ainsi que la durée de la surmaturation à la vigne et du passerillage hors souche. Le taux de pourriture le plus élevé a été atteint en 2000, aussi bien avec la surmaturation à la vigne que dans les diverses variantes de passerillage. La vendange tardive donne les plus hauts pourcentages de grappes atteintes et d'intensité de pourriture. Le passerillage hors souche facilite également la pourriture: les variantes avec température constante de 20 °C et avec variations de température comprise entre 8 et 20 °C en particulier semblent favoriser son développement. La durée de surmaturation à la vigne s'étend de 49 à 84 jours en fonction des conditions météorologiques des divers millésimes. Celle du passerillage est beaucoup plus courte et dépend des conditions de température choisies. L'humidité

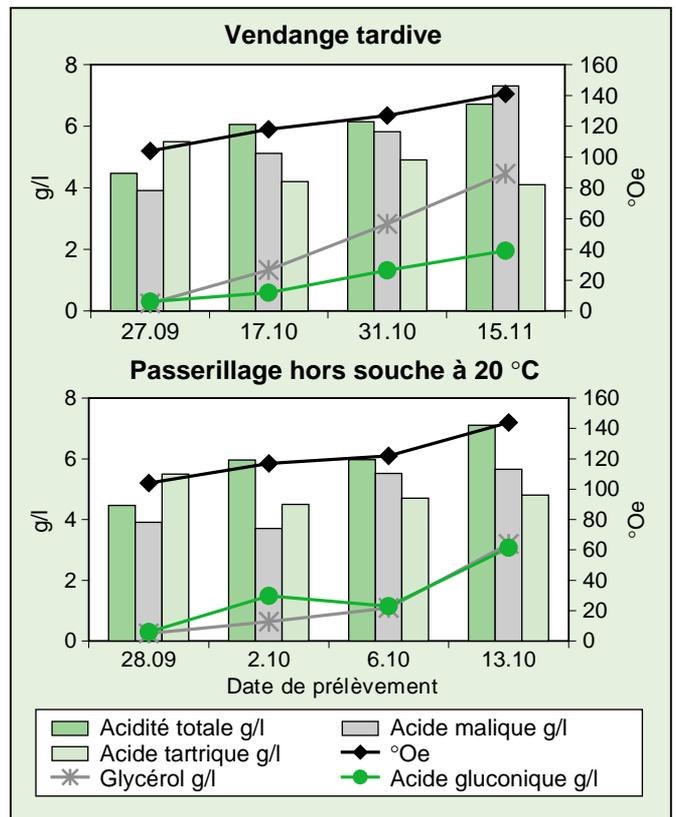


Fig. 2. Evolution de la composition des moûts au cours de la surmaturation à la vigne et du passerillage hors souche à 20 °C. Millésime 2000.

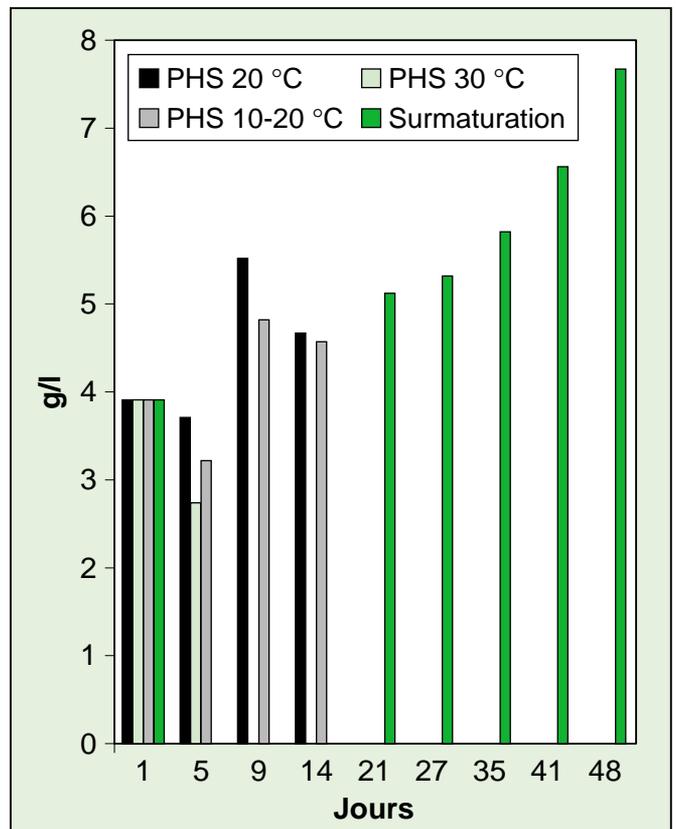


Fig. 3. Evolution de la teneur en acide malique des baies au cours de la surmaturation à la vigne et lors du passerillage hors souche effectué à diverses températures. Millésime 2000. PHS = passerillage hors souche.

**Tableau 2. Composition des moûts.**

Millésimes et essais	°Oe	pH	Acidité totale (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	DO 280 nm	Glycérol (g/l)	Acide gluconique (g/l)	Potassium (g/l)	Calcium (mg/l)
<b>2000</b>										
Passerillage hors souche 20 °C	144	4,20	5,0	3,5	5,5	13,5	2,5	3,1	3,51	103
Passerillage hors souche 30 °C	132	4,00	5,4	4,0	4,8	15,1	1,9	2,0	3,13	93
Passerillage hors souche, variation de température 8 à 22 °C	141	4,20	5,0	3,4	5,2	14,4	1,4	3,2	3,54	104
Evaporation	131	3,90	5,7	3,1	5,4	10,8	0,3	0,5	2,37	99
Cryosélection	129	4,10	4,8	3,4	5,5	10,8	0,4	0,6	3,17	87
Vendange tardive. Date 15.11.02	142	4,05	6,1	3,0	6,4	15,0	4,5	2,0	4,00	79
<b>2001</b>										
Passerillage hors souche 20 °C	135	4,25	6,3	4,4	6,0	14,3	0,6	0,5	2,92	109
Passerillage hors souche 30 °C	137	4,00	4,9	4,9	5,8	16,5	0,5	0,2	3,12	104
Passerillage hors souche, variation de température 8 à 22 °C	136	4,45	6,4	5,2	5,9	16,4	1,0	1,1	3,44	106
Evaporation	140	3,70	7,5	4,5	7,1	nd	0,5	1,6	2,41	113
Cryosélection	141	4,20	4,9	3,2	6,3	15,9	0,6	0,1	3,54	67
Vendange tardive. Date 17.12.01	140	3,95	6,2	3,1	6,9	11,7	0,7	0,1	3,39	54
<b>2002</b>										
Passerillage hors souche 20 °C	134	4,10	5,7	2,5	4,4	13,5	1,2	0,2	3,32	101
Passerillage hors souche 30 °C	134	4,20	5,6	2,4	4,0	12,8	0,4	0,1	3,08	99
Passerillage hors souche 40 °C	131	4,40	5,2	2,2	4,1	15,6	0,3	0,1	4,05	97
Evaporation	139	3,70	7,4	4,7	4,6	11,0	0,3	0,1	2,36	61
Macération pelliculaire & évaporation	137	3,85	7,3	4,9	4,6	12,6	0,3	0,1	2,39	78
Cryosélection	133	3,90	6,1	3,1	5,0	10,0	0,3	0,1	2,80	59
Vendange tardive. Date 7.01.03	126	3,80	6,4	1,1	6,1	10,0	7,8	0,8	3,17	70
Vendange tardive. Date de vendange: 6.11.02 & cryosélection	144	3,95	6,7	2,6	8,2	12,8	1,4	0,3	3,44	92
Vendange tardive. Date de vendange: 19.11.02 & cryosélection	137	3,90	6,5	2,8	6,8	13,8	1,9	0,3	3,29	87

relative n'ayant pas été régulée, elle diminue logiquement avec l'accroissement de la température. En 2002, malgré une très longue durée de surmaturation à la vigne de 84 jours (tabl. 1), le degré de concentration souhaité n'a pas pu être atteint (tabl. 2).

Les populations de levures, bactéries acétiques et lactiques présentes sur les raisins à la récolte de maturité normale sont indiquées par les valeurs de la concentration ou de la cryoextraction. En 2000, ce sont les raisins de vendanges tardives qui sont les plus riches en levures et bactéries acétiques. Le taux de bactéries lactiques est le plus élevé en 2003 et le plus faible en 2001. A la récolte, le taux de levures ne diffère pas de manière très importante entre les trois millésimes considérés et les techniques appliquées. En revanche, le taux de bactéries acétiques de la vendange tardive est environ 1000 fois plus élevé en 2000 qu'en 2001, le millésime 2002 donnant une valeur intermédiaire. La densité des bactéries lactiques est en revanche dix fois moindre en 2002 qu'en 2001 et 2000. Le passerillage hors souche à 20 °C, 30 °C ou avec variations de température favorise le développement des bactéries acétiques. En revanche, leur taux, de même que celui des bactéries lactiques, recule nettement à 40 °C. La variante surmaturée à la vigne présente des taux de bactéries acétiques et lactiques plutôt fai-

bles comparativement au passerillage, à l'exception du procédé à 40 °C. Les levures se développent tout au long de la surmaturation à la vigne et du passerillage hors souche, indépendamment de la température de passerillage. L'accroissement de la pourriture des raisins favorise surtout la multiplication des bactéries acétiques et lactiques. Son effet est moindre sur le développement des levures.

### Composition des moûts

La concentration partielle par évaporation du moût obtenu sans macération pelliculaire élève l'acidité totale et donne les valeurs de pH et les teneurs en potassium les plus basses parmi les variantes testées (tabl. 2). Les moûts de vendanges tardives sont plus acides, et par conséquent leur pH est souvent inférieur à celui des moûts des divers passerillages et de la cryoextraction. Le passerillage hors souche à température élevée (30 ou 40 °C) diminue la teneur en acide malique des moûts. La vendange tardive favorise l'accumulation de l'acide malique dans toutes les variantes, sauf en 2001 où la valeur la plus élevée a été obtenue par l'évaporation. La concentration en acide tartrique est la plus faible dans les moûts de raisins surmaturés à la vigne pour les trois millésimes considérés.

La vendange tardive donne les plus hautes valeurs en glycérol. Sur les trois millésimes, les teneurs enregistrées en 2001 sont les plus faibles, ce qui s'explique par un meilleur état sanitaire de la vendange. En 2002, la concentration en glycérol était élevée, bien que la teneur en sucres de la vendange n'était que de 126 °Oe. La variante avec variation de la température de 8 à 22 °C favorise l'accumulation d'acide gluconique dans les deux millésimes testés (2000 et 2001). Pour ces mêmes années, le passerillage hors souche à 20 °C fournit des valeurs élevées en acide gluconique, supérieures à celles du passerillage à 30 ou 40 °C et à celles de la vendange tardive. Le passerillage à 30 ou 40 °C diminue la teneur en acide gluconique par rapport à la variation de température ou au passerillage à 20 °C et, parfois même, à la surmaturation à la vigne. Le rapport glycérol/acide gluconique, considéré comme un indice de qualité par RIBÉREAU-GAYON *et al.* (1998), reflète bien ces constatations: il est toujours le plus élevé dans la variante de vendange tardive, généralement riche en glycérol. Les moûts de vendanges tardives sont plus faibles en calcium que ceux des passerillages hors souche (tabl. 2). Ils accusent les valeurs les plus basses de tous les essais en 2000 et 2001. La cryoextraction effectuée sur la vendange récoltée à maturité optimale pour l'élabora-

tion de vins blancs secs donne les valeurs les plus faibles de l'indice de composés phénoliques totaux. La combinaison de la surmaturation à la vigne et de la cryosélection élève cet indice. La macération pelliculaire augmente les composés phénoliques totaux et le calcium des moûts partiellement concentrés. Elle n'enrichit en revanche que faiblement leur teneur en potassium.

## Fermentation alcoolique et composition des vins

La fermentation alcoolique s'est déroulée de manière similaire dans tous les essais. Aucune des techniques étudiées n'a entraîné de difficultés de fermentation. Le tableau 3 donne un exemple de l'évolution des micro-organismes au cours de la fermentation alcoolique pour deux variantes différentes. Malgré une forte présence de levures sauvages (indigènes) dans les variantes de surmaturation à la vigne et des passerillages hors souche effectués à 30 °C ou moins, l'analyse des caryotypes (électrophorèse en champs pulsés) a montré que c'est la levure sèche active ajoutée qui a accompli la fermentation alcoolique. La population des bactéries acétiques chute considérablement pendant la fermentation alcoolique. La diminution des bactéries lactiques est moins importante que celle des bactéries acétiques. Le tableau 4 donne la composition des vins en bouteilles. Les teneurs en acide

**Tableau 3. Evolution des populations de levures, bactéries acétiques et lactiques (ufc/ml) au cours de la fermentation alcoolique. Millésime 2000.**

Technique appliquée	Passerillage hors souche à 20 °C			Cryoextraction		
	Nombre de jours de FA					
	0	2	6	0	2	6
Densité (°Oe)	144	93	44	131	118	35
Levures	8,1E+05	7,4E+08	1,8E+08	1,5+E04	2,3E+07	2,0E+08
Bactéries acétiques	7,2E+04	< 100	< 10	3,8E+03	2,1E+03	< 10
Bactéries lactiques	5,8E+04	5,5E+04	4,5E+04	1,7E+03	1,3E+03	9,6E+02

FA = fermentation alcoolique. ufc = unité formant colonie.

tartrique sont faibles dans tous les essais. La concentration partielle donne souvent les vins les plus acides et le passerillage hors souche à 30 ou 40 °C les moins acides. L'acidité des vins de vendanges tardives est plus élevée que celle des passerillages hors souche et de cryoextraction. Le pH des vins est généralement élevé. Les teneurs en acide malique des vins de passerillage hors souche à 30 et 40 °C sont faibles et correspondent à la diminution constatée en moût. L'évaporation donne les vins les plus riches en acidité volatile, les teneurs les plus faibles se trouvant dans les vins de vendanges tardives. Le passerillage hors souche à température élevée ne diminue pas l'acidité volatile des vins. Les techniques de concentration influent sur la teneur en anhydride sulfureux. Les vins issus de moûts partiellement concentrés sont les plus pauvres en SO<sub>2</sub> total. Les vins de passerillage hors souche donnent les vins les

plus riches en composés phénoliques totaux, la vendange tardive et la cryosélection les plus pauvres. Les teneurs en glycérol des vins de vendanges tardives sont parmi les plus élevées. En 2002, les raisins de surmaturation à la vigne, récoltés particulièrement tard (le 7 janvier 2003), ont donné un vin particulièrement riche en glycérol. Le moût de cette variante accusait déjà une teneur très élevée en ce composé (tabl. 2) et, en général, les vins riches en glycérol sont issus de moûts qui en contenaient aussi beaucoup. Les vins issus de vendange tardive possèdent souvent les plus hautes concentrations en potassium et ceux de l'évaporation les plus faibles, conformément à leurs moûts.

## Dégustation

De nombreuses différences significatives sont perçues à la dégustation comparative des vins du millésime 2002

**Tableau 4. Composition des vins en bouteilles.**

Millésimes et variantes	Alcool (vol. %)	Sucres (g/l)	pH	Acidité totale (g/l)	Acidité volatile (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	SO <sub>2</sub> libre (mg/l)	SO <sub>2</sub> total (mg/l)	Indice phénols totaux	Potassium (g/l)	Calcium (mg/l)	Glycérol (g/l)
<b>2000</b>													
Passerillage hors souche 20 °C	15,5	84	4,50	6,2	1,08	0,3	5,5	35	280	11,7	nd	nd	15,3
Passerillage hors souche 30 °C	14,1	80	4,25	5,7	1,00	0,7	4,2	42	276	10,6	nd	nd	12,6
Passerillage hors souche 8-22 °C	15,2	84	4,40	6,0	1,03	0,5	4,9	36	252	11,1	nd	nd	12,2
Evaporation	14,0	90	4,20	6,3	1,32	0,6	4,3	65	231	9,4	nd	nd	9,0
Cryosélection	14,0	80	4,45	5,7	1,07	0,6	5,1	41	284	9,1	nd	nd	9,7
Vendange tardive	15,6	74	4,40	6,5	0,88	0,4	5,9	36	277	10,3	nd	nd	12,1
<b>2001</b>													
Passerillage hors souche 20 °C	12,9	108	4,10	6,3	1,08	1,0	4,8	48	244	11,5	1,96	107	9,0
Passerillage hors souche 30 °C	12,9	106	4,20	5,8	1,08	1,1	4,5	43	212	12,7	2,34	102	10,7
Passerillage hors souche 8-22 °C	12,8	106	4,15	5,7	0,94	1,1	4,6	43	250	11,5	2,14	105	9,3
Evaporation	13,3	109	3,95	7,2	1,19	1,2	5,1	43	181	11,6	1,78	99	9,2
Cryosélection	13,3	103	4,25	6,1	0,91	1,1	5,6	45	278	11,3	2,58	102	10,6
Vendange tardive	13,1	106	4,15	6,6	0,86	1,0	5,8	44	225	10,2	2,69	101	10,3
<b>2002</b>													
Passerillage hors souche 20 °C	13,8	91	4,15	6,1	1,03	0,9	4,5	45	216	10,7	2,31	96	9,8
Passerillage hors souche 30 °C	13,6	100	4,20	5,9	1,38	0,9	4,1	50	205	11,8	2,58	94	8,7
Passerillage hors souche 40 °C	13,1	100	4,20	5,6	1,43	1,0	3,9	40	240	11,6	2,99	92	8,5
Evaporation	13,5	101	3,85	7,5	1,48	0,8	4,4	50	186	8,2	1,61	92	10,0
Macération pelliculaire et évaporation	13,2	101	3,90	7,2	1,47	0,7	4,6	51	173	10,1	1,70	103	9,5
Cryosélection	13,1	97	4,05	6,6	1,16	0,6	5,4	37	215	7,8	2,48	96	9,3
Vendange tardive. Date 7.01.03	12,2	83	3,95	7,0	0,74	0,8	5,7	43	256	7,7	2,66	67	15,9
Vendange tardive. Date 6.11 & cryo	13,9	103	4,20	7,6	1,17	0,7	6,3	38	225	9,3	2,94	103	11,4
Vendange tardive. Date 19.11 & cryo	13,2	98	4,05	7,1	0,94	0,9	5,4	49	215	9,1	2,50	85	10,9

Pass. hs = passerillage hors souche; cryo = cryoextraction. nd = non déterminé.

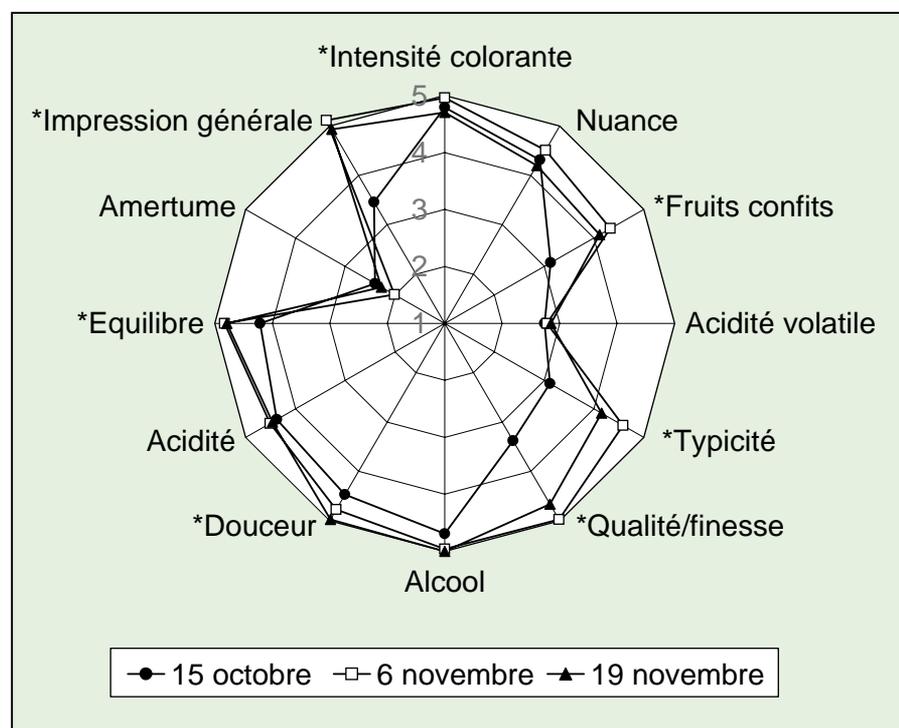
**Tableau 5. Analyse sensorielle des vins du millésime 2002.**

Descripteur	Passerillage hors souche			Évaporation	Cryo-extraction	Vendange tardive	Macération pelliculaire. Évaporation
	20 °C	30 °C	40 °C				
Intensité colorante	<b>5,2 B</b>	<b>5,2 B</b>	<b>5,7 A</b>	<b>3,4 E</b>	<b>4,6 C</b>	<b>3,9 D</b>	<b>3,9 D</b>
Nuance	<b>4,8 A</b>	<b>4,5 A</b>	<b>5,6 C</b>	<b>2,7 D</b>	<b>4,5 A</b>	<b>3,3 B</b>	<b>3,6 B</b>
Fruits confits	<b>4,4 ABC</b>	<b>5,0 A</b>	<b>4,9 A</b>	<b>2,3 C</b>	<b>2,6 C</b>	<b>3,7 BC</b>	<b>3,6 BC</b>
Acidité volatile	3,0	2,7	2,9	2,7	2,3	2,9	2,9
Typicité	<b>4,2 AB</b>	<b>4,9 A</b>	<b>4,6 AB</b>	<b>2,5 D</b>	<b>2,5 D</b>	<b>4,1 B</b>	<b>3,6 C</b>
Qualité/finesse	<b>4,4 AB</b>	<b>5,1 A</b>	<b>4,8 A</b>	<b>2,6 D</b>	<b>2,7 D</b>	<b>4,0 BC</b>	<b>3,4C</b>
Alcool	4,8	4,8	4,9	4,7	4,5	4,5	4,6
Douceur	<b>5,1 AB</b>	<b>5,2 A</b>	<b>5,2 A</b>	<b>4,6 C</b>	<b>4,7 C</b>	<b>4,8 BC</b>	<b>4,6 C</b>
Acidité	4,0	4,3	4,3	4,5	4,3	4,5	4,6
Équilibre	<b>4,6 AB</b>	<b>4,8 A</b>	<b>4,8 A</b>	<b>3,9 C</b>	<b>4,0 BC</b>	<b>4,6 AB</b>	<b>4,5 ABC</b>
Amertume	<b>2,2 BC</b>	<b>1,9 C</b>	<b>2,0 C</b>	<b>2,6 AB</b>	<b>3,0 A</b>	<b>2,2 BC</b>	<b>2,3 BC</b>
Impression générale	<b>4,6 AB</b>	<b>5,4 A</b>	<b>5,1 A</b>	<b>2,9 E</b>	<b>3,1 DE</b>	<b>4,2 BC</b>	<b>3,8 CD</b>

Les notes munies de lettres différentes et en **gras** sont significativement différenciées ( $p = 0,05$ ).

(tabl. 5). Seuls les attributs «acidité volatile», «alcool» et «acidité» ne sont pas significativement différenciés. Les vins à l'acidité volatile la plus élevée (issus de l'évaporation) et la plus basse (issus de la vendange tardive), bien que présentant des différences de 0,74 g/l, ne sont pas statistiquement différents. De même, bien que la teneur en alcool de la vendange tardive soit nettement inférieure à celle des autres variantes (tabl. 4), le résultat de la dégustation n'est pas significatif par rapport à ce

critère. La teneur en sucres masque ces différences. Il en va de même pour l'acidité. Les différences d'intensité colorante sont très perceptibles. Le passerillage hors souche donne significativement le vin le plus coloré de toutes les variantes. Il est suivi en ordre décroissant par les deux autres variantes de passerillage hors souche (30 et 20 °C), la cryoextraction, la vendange tardive et l'évaporation après macération pelliculaire de la vendange, puis par l'évaporation sans macération pelliculaire.



**Fig. 4. Influence réciproque de la date de vendange et de la cryoextraction sur les propriétés gustatives des vins.** Millésime 2002. \*Résultats significatifs ( $p = 0,05$ ).

La nuance de la couleur du passerillage à 40 °C est d'un jaune doré, celle de l'évaporation d'un jaune beaucoup plus pâle. Le caractère «fruits confits», apprécié dans les vins liquoreux, est le plus marqué dans les vins issus des passerillages hors souche. Les températures de passerillage les plus élevées donnent significativement aux vins le caractère «fruits confits» le plus marqué. Des remarques similaires peuvent être faites à propos de la typicité, de la «qualité/finesse» de l'arôme et de la douceur, les vins de passerillage étant nettement mieux classés que ceux de l'évaporation ou de la cryoextraction. L'équilibre des vins présente des résultats plus groupés, les différences gustatives entre les variantes étant moins marquées qu'à l'olfaction. Les vins issus de la cryoextraction et de l'évaporation sans macération pelliculaire sont jugés plus amers que les autres. A l'impression générale, la préférence pour les techniques de passerillage se confirme, les températures de 40 et 30 °C donnant des vins significativement préférés à toutes les autres variantes. La vendange tardive est significativement mieux classée que les techniques d'évaporation sans macération et que la cryoextraction. La macération pelliculaire de la vendange égrappée et foulée élève significativement l'intensité colorante et la valeur de la nuance des vins de même que la typicité et la qualité/finesse de l'arôme des vins des variantes avec évaporation. L'amertume est également significativement diminuée. Le procédé de macération pelliculaire améliore significativement la qualité globale du vin obtenu par la technique d'évaporation.

Les conditions météorologiques du millésime 2002, défavorables à l'élaboration de vins liquoreux, n'ont pas permis, malgré une vendange très tardive (7 janvier 2003), d'obtenir des vins liquoreux au degré souhaité. Le sondage du goût, en particulier, est resté faible (tabl. 2). Pour ce millésime, le passerillage s'est révélé nettement supérieur à la vendange tardive et aux autres techniques.

L'influence réciproque de la date de vendange et de la cryoextraction sur les propriétés gustatives des vins est illustrée à la figure 4. Le raisin a été récolté à trois dates de vendange différentes (tabl. 2 et 4). De nombreuses différences significatives apparaissent entre le vin récolté le 15 octobre et aux deux dates ultérieures. Le 15 octobre, le raisin était bien mûr, mais sans surmaturation à la vigne. Ce vin est nettement moins bien noté que les deux autres pour tous les attributs, à l'exception de

la couleur et de sa nuance. Il est significativement moins apprécié à l'impression générale. La cryoextraction donne de meilleurs résultats gustatifs avec une vendange ayant déjà subi le processus de surmaturation, même partiel, à la vigne.

## Discussion et conclusion

Les techniques d'élaboration des vins doux qui ont été comparées montrent des différences notables quant à la qualité gustative et à la composition des produits obtenus. Les plus grandes différences se manifestent entre les techniques qui comprennent une surmaturation des raisins, même de courte durée, et celles qui opèrent sans attendre sur la vendange ou arrêtent le processus de maturation par cryoextraction ou concentration partielle du moût. La cueillette du raisin à la maturité optimale, suivie d'une concentration partielle du moût par évaporation ou entreposage à des températures négatives pour effectuer la cryoextraction, donne souvent des vins qui sont moins appréciés à la dégustation que ceux qui sont issus de processus de surmaturation (vendange tardive ou passerillage hors souche). La concentration partielle par évaporation donne les vins les moins appréciés: le caractère de surmaturation, recherché dans les vins doux (liquoreux), y fait défaut. L'acidité volatile, toujours supérieure à celle des autres variantes, n'est pas ressentie à la dégustation. En revanche, l'acidité, toujours plus élevée dans les vins de concentration partielle, différencie cette technique des autres variantes. La macération pelliculaire à froid améliore la qualité gustative de ces vins. Elle diminue, entre autres, l'acidité sous l'effet d'une extraction plus importante de potassium.

Les vins élaborés par cryoextraction sont le plus souvent mieux appréciés que ceux issus de concentration partielle. Toutefois, la complexité et le caractère «fruits confits» font défaut dans ces variantes: leurs vins sont souvent moins bien classés que les vins de vendanges surmaturées. Des résultats similaires ont été publiés sur le millésime 2000 (CUÉNAT *et al.*, 2002). La combinaison entre la vendange tardive réalisée avant la surmaturation complète et la cryoextraction permet d'améliorer la qualité de ces vins, sans égaler toutefois celle des vins de surmaturation optimale.

Les vins de passerillage hors souche sont souvent les plus appréciés. Ils développent le caractère typique des vins doux surmaturés. Une température élevée lors du passerillage est plutôt fa-

vorable à la qualité et s'avère meilleure qu'une température de 20 °C ou une variation de température imitant les fluctuations du jour et de la nuit. Le passerillage hors souche pratiqué à des températures de 20 ou 30 °C sur des vendanges trop altérées par la pourriture peut générer un développement de piqûre acétique. Il convient donc de pratiquer cette technique avec prudence et de la proscrire si la vendange présente des foyers de pourriture acide.

Le développement de la pourriture, indispensable pour réaliser un vin de très bonne qualité, dépend largement des conditions météorologiques de température et d'humidité régnant à la vigne. En 2002, millésime difficile, il n'a pas été possible d'atteindre le degré de concentration désiré par la surmaturation à la vigne. Les vins de passerillage hors souche sont mieux classés que la vendange tardive, toutefois elle-même préférée à la concentration partielle et à la cryoextraction. Ces conditions naturelles, peu propices à l'élaboration de vins doux, soulignent l'intérêt du développement de techniques de remplacement pour l'élaboration des vins doux. Bien que la pourriture augmente durant la surmaturation à la vigne et soit souvent un peu plus importante que dans les variantes de passerillage hors souche, le taux de bactéries acétiques des raisins y est inférieur. Cette faible teneur diminue l'acidité volatile des vins de surmaturation à la vigne. Avec le passerillage hors souche, seule une température de 40 °C permet d'abaisser notablement le taux de bactéries acétiques dans les raisins; il est alors même inférieur à celui de la vendange tardive. La forte diminution du taux de bactéries acétiques enregistrée au cours de la fermentation alcoolique est conforme aux résultats obtenus par JOYEUX *et al.* (1984).

La plus faible teneur en anhydride sulfureux des vins de concentration partielle, comparativement aux autres techniques (tabl. 4), s'explique par une moindre population de micro-organismes épiphytiques (DUHAIL *et al.*, 1999), et notamment de bactéries acétiques contaminant les baies (BARBE *et al.*, 2001). La souche de levures joue également un rôle significatif dans les phénomènes de combinaison du SO<sub>2</sub> de ce type de vins (MASNEUF et DUBOURDIEU, 2000). Malgré le fort développement de la flore épigée dans les variantes avec surmaturation à la vigne et passerillage hors souche, un ensemencement soigneux avec des levures sèches actives permet d'effectuer l'essentiel de la fermentation alcoolique avec une levure sélectionnée.

## Conclusions

L'élaboration de vins doux suisses, traditionnellement effectuée à partir de vendanges tardives, dépend fortement des conditions météorologiques et ne permet pas dans toutes les régions l'obtention de très bons produits. Trois techniques de substitution à la vendange tardive, étudiées pendant trois ans sur du Pinot gris de Sierre, appellent les remarques suivantes:

- ❑ Le passerillage hors souche effectué à diverses températures, la cryoextraction et la concentration partielle du moût par évaporation ont des incidences très différentes sur la qualité gustative et la composition des moûts et des vins.
- ❑ Le passerillage hors souche donne des vins de qualité comparable à ceux issus de vendange tardive. Ces deux techniques donnent les vins les plus appréciés, car elles permettent, contrairement à une concentration partielle du moût et à la cryosélection, le développement de la pourriture des raisins. La pourriture de bonne qualité (noble) élève la complexité et la qualité gustative des vins doux.
- ❑ La température de passerillage influe sur l'acidité des vins et en particulier sur la teneur en acide malique. L'acidité diminue avec l'élévation de la température de passerillage. La concentration partielle du moût donne les vins les plus acides, suivie en ordre décroissant par la vendange tardive, la cryosélection et le passerillage hors souche.
- ❑ La concentration partielle du moût produit les vins avec la plus haute teneur en acidité volatile et la plus basse en SO<sub>2</sub>.
- ❑ La combinaison des techniques de vendange tardive, faite avant surmaturation complète des raisins, et de cryosélection améliore la qualité gustative des vins, tout en permettant de limiter d'éventuels risques météorologiques défavorables.
- ❑ Le passerillage hors souche doit être pratiqué sur de la vendange de bonne maturité exempte de foyers de pourriture acétique.

## Remerciements

Nous remercions vivement Monsieur Louis Epiney, viticulteur à Sierre, et la maison Provins à Sion de nous avoir généreusement mis leur vendange à disposition.

Nos remerciements s'adressent également à toute l'équipe de la section de viticulture et œnologie d'Agroscope RAC Changins qui a participé à nos expérimentations à la vigne, à la cave et au laboratoire.

## Bibliographie

- BARBE J. C., DE REVEL G., JOYEUX A., BERTRAND A., LONVAUD-FUNEL A., 2001. Role of botrytised grape micro-organisms in SO<sub>2</sub> binding phenomena. *Journal of applied Microbiology* **90**, 34-42.
- CUÉNAT PH., LORENZINI F., VIRET O., 2002. Süsseweine aus unterschiedlichen Konzentrationsverfahren. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **138** (7), 150-154.
- DUHAIL C., ROUSSEAU S., L'HYVERNAY A., DONÈCHE B., 1999. Nouvelles acquisitions concernant l'obtention d'une pourriture de qualité et la vinification des vendanges botrytisées. *Revue française d'œnologie* **176**, 28-31.
- JOYEUX A., LAFON-LAFOURCADE S., RIBÉREAU-GAYON P., 1984. Evolution of Acetic Acid Bacteria During Fermentation and Storage of Wine. *Applied and environmental Microbiology* **48** (1), 153-156.
- MASNEUF I., DUBOURDIEU D., 2000. Rôle de la souche de levure sur les combinaisons du dioxyde de soufre des vins issus de raisins botrytisés et passerillés. *J. Int. Sci. Vigne Vin* **34** (1), 27-31.
- RIBÉREAU-GAYON P., DUBOURDIEU D., DONÈCHE B., LONVAUD A., 1998. *Traité d'œnologie*. 1. Microbiologie du vin. Vinifications. Dunod, 617 p.

## Zusammenfassung

### Die Qualität von Süsseweinen aus unterschiedlichen Konzentrationsverfahren

Traditionellerweise werden die Süsseweine in der Schweiz durch Spätlese der Trauben erreicht. Bei diesem Verfahren bestimmen vor allem die Witterungsbedingungen die Weinqualität. Die Spätlese, die Selbstanreicherung des Mostes durch Verdampfung, die Gefriertrocknung und die Zuckeranreicherung durch Lufttrocknung unter kontrollierten Bedingungen wurden während drei Jahren verglichen. Unter den ausgearbeiteten Überreifetechniken, geben die Spätlese und die Lufttrocknung der Trauben bei hohen Temperaturen die kleinste Anzahl Essigsäure- und Milchsäurebakterien in den Trauben. Die Lufttemperatur der Lufttrocknungstechnik beeinflusst den Äpfelsäuregehalt der Beeren. Die Selbstanreicherung des Mostes erhöht den Säure- und flüchtigen Säuregehalt der Weine und vermindert den Schwefeldioxid. Die angewandten Techniken wirken sich unterschiedlich auf die geschmacklichen, aromatischen Eigenschaften, und auf die Zusammensetzung der Süsseweine aus. Das unter optimalen Temperaturbedingungen durchgeführte Lufttrocknung der Trauben gibt eine gleichwertige Qualität der Weine, wie die Spätlese. Die Kombination zwischen Spätlese und Gefriertrocknung führt auch zu qualitativ interessante Weine.

## Riassunto

### La qualità dei vini dolci (liquorosi): confronto tra diverse tecniche d'elaborazione

In Svizzera i vini dolci sono tradizionalmente elaborati a partire da una vendemmia tardiva. Il successo di questo processo dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche. Tre tecniche sono state provate sul vitigno Pinot grigio durante tre anni e confrontate alla tecnica della vendemmia tardiva: la concentrazione parziale per evaporazione, la crioestrazione e l'appassimento su graticci a diverse temperature. La popolazione di batteri acetici e lattici è stata più debole nell'uva della vendemmia tardiva ed in quella ad appassimento su graticci a temperatura elevata. Il tenore in acido malico dell'uva appassita in fruttai varia in funzione della temperatura. Con la tecnica di concentrazione parziale dei mosti si ottengono dei vini più acidi, con valori elevati d'acidità volatile e più poveri in anidride solforosa. L'appassimento su graticci effettuato in condizioni di temperatura adeguate permette di ottenere dei vini di qualità equivalente a quelli derivati dalla variante vendemmia tardiva. La combinazione tra la vendemmia tardiva e la crioestrazione permette ugualmente di ottenere dei risultati gustativi interessanti.

## Summary

### The quality of sweet wines (liqueur-like): comparison of various techniques of concentration

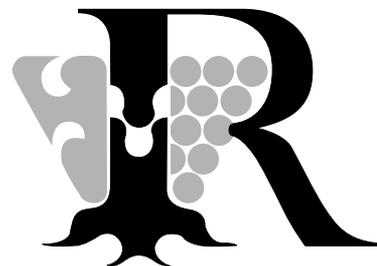
Swiss sweet wines are traditionally elaborated from late harvested grape. The success of this process strongly depends on the weather conditions. Over-ripening of the grapes in the vineyard (late grape harvest), self-enrichment of must by evaporation, cryoextraction and passerillage (raising) under controlled conditions were compared over three different years. Among the techniques of over-ripening lowest population of acetic and lactic acid bacteria is recorded in the late grape harvest proceed and in the passerillage carried out at high temperature. The malic acid content of grape berries varies according to the temperature of the passerillage. The self-enrichment of the musts gives the wines with the highest levels in acidity and volatile acidity and with the lowest in sulphur dioxide. The compared techniques show significant differences both for sensory quality and chemical composition of sweet wines. The passerillage, carried out under adapted conditions of temperature, gives wines with equivalent quality to those issued from late vintage. The combination between over-ripening and cryoextraction also gives interesting sensory results.

**Key words:** sweet wines, liqueur-like wines, raising, passerillage, self-enrichment, cryoselection, late vintage.

# La Référence du plant de vigne en Suisse

## J.-P. & PH. ROSSET • PÉPINIÈRES VITICOLES

- Toutes variétés sur divers porte-greffes.
- Plantation de vos vignes à la machine.
- TUBEX, protections pour vos plants.



La Qualité et le Service font notre différence 1180 Rolle - Tél. 021 825 14 68 - Fax 021 825 15 83



# GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

Votre spécialiste VASLIN-BUCHER depuis plus de 30 ans

**VENTE  
SERVICE**

**RÉPARATION  
RÉVISION**

**NOUVEAU  
PRESOIR  
PNEUMATIQUE  
5 hl  
X Pro 5**



**Pressoirs  
Pompes**

**VASLIN  BUCHER**

**Egrappoirs  
Fouloirs**

**Réception pour vendange**



3, avenue des Jordils  
1000 Lausanne 6  
021 614 24 28

40 ans d'expérience

**comptabilités**  
«sur mesure»

**déclarations**  
d'impôts

**conseils fiscaux**

Location et vente de logiciels  
de comptabilité  
et de facturation

# Fidasol



La fiduciaire  
agricole au service des  
professionnels de la terre...

Filtration

... maintenant en finale

▶ Plaques filtrantes en  
profondeur **BECO**

▶ Cartouches  
filtrantes **BECO**

BECO UK/BM  
Pour la filtration  
grossière et fine

BECO KD/KDS  
Pour la filtration fine  
et la stérilisation

BECO Steril/Steril S  
Pour l'embouteillage  
stérile

BECO PROTECT KT  
La plus économique  
cartouche pré-filtrante

BECO Membran PF  
La plus efficace  
cartouche filtrante sur  
membrane



CHAILLOI SA Hotline pour les commandes: Tél.: 021 823 2000 - Fax: 021 823 2001

CHAILLOI SA  
CONTRÔLE QUALITÉ  
RELIÉVÉ

www.begerow.com

**BEGEROW**

## 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

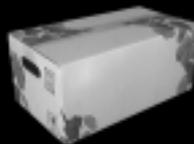
Fax 032 846 40 11

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

Rue de la Gare 20 - 22 2525 Le Landeron Tél. 032 751 37 95  
info@angelrath.ch www.angelrath.ch Fax 032 751 31 44



GROUPEMENT CARTON  
Commande > 22 janvier 2005  
Livraison début mars 2005



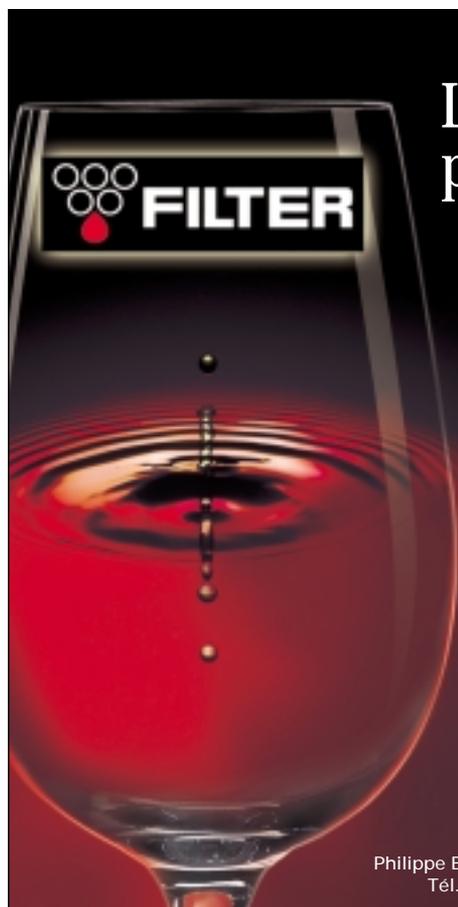
# 2005, 30 ans dans le carton.

Contactez-nous au plus vite au  
Tél. 032 751 37 95 Fax 032 751 31 44

Liste de prix sur demande. Pour carton 6, 12, 15 bt. debout, couchées, etc.  
+ de 30 articles standard en stock. Vente au détail et par palettes.

Cuves Inox et polyester en stock.

Equipements de cave et de vigne - Cuves inox sur mesures et polyester  
Filtres - Pompes à vin - Raccords - Emballages carton - Rubans adhésifs



## La filtration tangentielle performante et économique.

- Amélioration de la qualité organoleptique
- Vin parfaitement limpide
- Stabilité microbiologique garantie
- Faible rétention en colloïdes
- Peu d'échauffement
- Pas de perte de couleur

Large gamme adaptée aux caves particulières, caves coopératives, négociants, embouteilleurs, etc.



NOUVELLES  
MEMBRANES

VASLIN  BUCHER

Votre réussite est notre priorité.

Philippe BESSE - Responsable commercial - CH-1787 MUR/VULLY  
Tél. 026 673 90 90 - E-mail: [besse@vaslin-bucher.com](mailto:besse@vaslin-bucher.com)

Nos  
concessionnaires  
agréés:

**AVIDOR**

1029 VILLARS-  
SAINTE-CROIX  
Tél. 021 632 92 22



**AVIDOR VALAIS**

3960 SIERRE  
Tél. 027 456 33 05



**GIGANDET SA**

1853 YVORNE  
Tél. 024 466 13 83



**J.-Jacques  
HAUSWIRTH**

1183 BURSINS  
Tél. 021 824 11 29

### SIVAL: du 12 au 14 janvier 2005 à Angers

Le 19<sup>e</sup> Salon des techniques et équipements viti-vinicoles, arboricoles et maraîchers se tiendra au Parc des Expositions d'Angers du 12 au 14 janvier 2005.

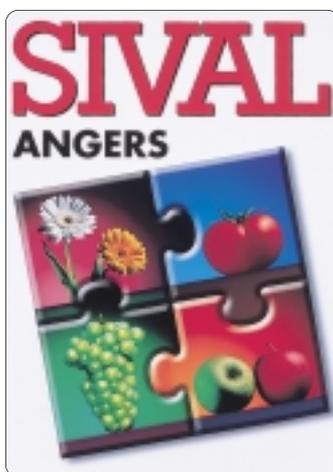
Vitrine de l'agriculture de demain, SIVAL rassemble les producteurs, les constructeurs, les scientifiques, les experts et les organismes professionnels. Grand salon d'affaires des cultures spéciales, rendez-vous de l'innovation, forum des idées nouvelles, ce salon des cultures spéciales accueillera 600 exposants représentant 1500 marques et plus de 25 000 visiteurs.

#### □ Pôle végétal européen

Le végétal est en Anjou un secteur économiquement important puisqu'il représente 14 000 emplois, notamment en horticulture, semences, fruits et vigne-vin. A une forte concentration des plus grands groupes et entreprises phares dans ces domaines s'ajoute un environnement scientifique performant avec un centre INRA, l'Institut national de l'horticulture, l'École supérieure d'agriculture d'Angers, l'Université d'Angers. L'Anjou compte aussi des structures professionnelles efficaces comme le GEVES, le GNIS, la FNAMS, le Centre technique du champignon, le CTIFL, CTIVV. Cela fait du végétal en Anjou un réseau technopolitain équilibré et de dimension européenne, doté d'une dynamique d'animation depuis presque vingt ans.

Ces dernières années ont été marquées par un renforcement au travers d'installations nouvelles, tant industrielles qu'institutionnelles: ENSH (création de l'Institut national d'horticulture), SNES, Office communautaire des variétés végétales, GNIS, Nunhems, Clause laboratoires et Enza Zaden.

En production fruitière, cette région occupe le 2<sup>e</sup> rang national pour la pomme. Sur les coteaux et affluents de la Loire, le vignoble d'Anjou et de Saumur couvre 20 000 hectares. La production de semences potagères et florales occupe le 1<sup>er</sup> rang à l'échelon national. Ainsi, le SIVAL est au cœur d'une région où les cultures spéciales tiennent le haut du pavé.



De quoi intéresser nos arboriculteurs, viticulteurs et maraîchers en Suisse.

#### □ Les colloques

- **Novafel:** l'exposition et les conférences seront orientées autour du thème «*Formation, emploi et transmission d'entreprise agricole spécialisée*».
- **Euroviti:** le colloque sera consacré à la *microbiologie des vins*.
- **Entretiens techniques du Ctifl:** le sujet retenu s'intitulera «*Aspects environnementaux en production fruitière*».

#### □ Autres points forts du salon:

- les *visites guidées* d'entreprises et centres de recherche régionaux seront une nouvelle fois reconduites;
- l'*agriculture biologique* sera à l'honneur, notamment au travers de trois conférences;
- plusieurs *missions d'acheteurs* en provenance des pays d'Europe de l'Est et de Chine fréquenteront le salon à la recherche de produits nouveaux et de pratiques culturelles ciblées.

A. Maillard



#### Renseignements:

SIVAL, Angers Parc Expo, F-49044 Angers (France),  
M<sup>me</sup> Anne BOUSSION ([a.boussion@angers-parcexpo.com](mailto:a.boussion@angers-parcexpo.com)) tél. 0033 241 93 40 40  
ou M. Jean-Claude ROUSSEZ ([jcr.virgo@wanadoo.fr](mailto:jcr.virgo@wanadoo.fr)), tél. 0033 145 26 98 05  
ou [www.sival-angers.com](http://www.sival-angers.com)

# Piquets de vigne

## Pali System

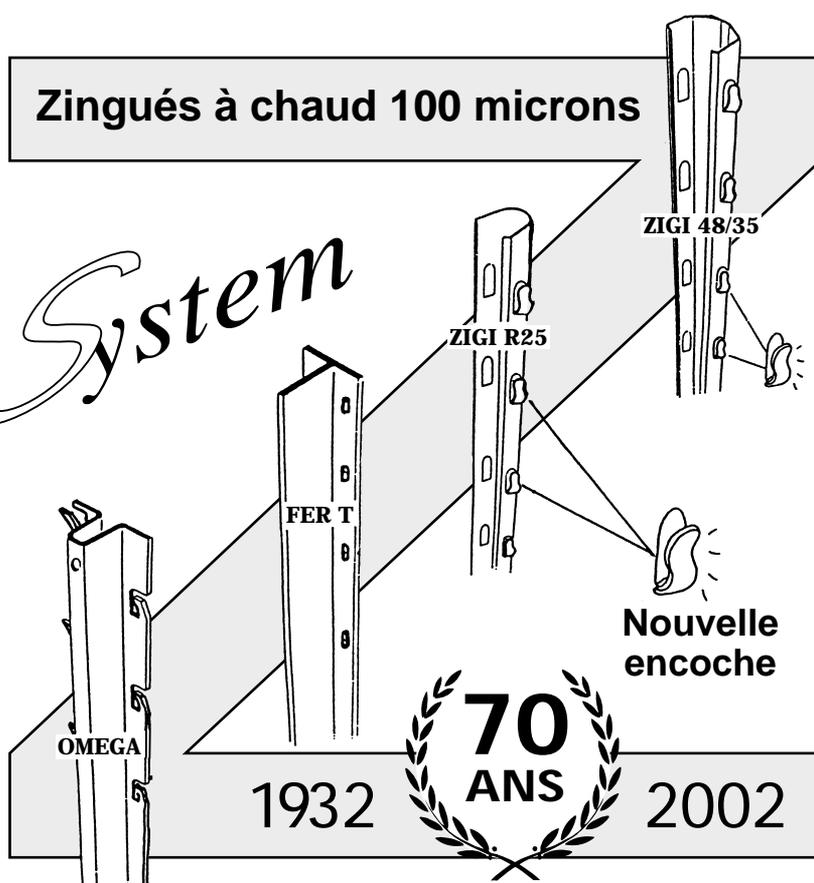
F. ZIMMERMANN SA  
Fabrique d'articles  
pour la viticulture

1268 BEGNINS

Tél. 022 366 13 17

Fax 022 366 32 53

Zingués à chaud 100 microns



### 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



Tracteur Viti-plus équipé d'une prétailleuse Binger ou Ero

# LOEFFEL

- Tracteurs à roues et à chenilles hydrostatiques, adaptables à la largeur de vos vignes, pentes jusqu'à 70%
- Construction et recherche mécanique viticole

**Les Conrardes 13 - 2017 Boudry**

Tél. 032 842 12 78 - Fax 032 842 55 07

Découvrez notre large assortiment sous [www.loeffel-fils.com](http://www.loeffel-fils.com)

## La variété d'hysope officinale «Perlay»

Ch. REY, C.-A. CARRON, A. COTTAGNOUD, Bénédicte BRUTTIN et Ch. CARLEN, Agroscope RAC Changins, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey

E-mail: charles.rey@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

### Introduction

En Suisse, le marché de l'hysope est en croissance. De quantités négligeables il y a dix ans, le volume annuel de production avoisine actuellement 20 tonnes de plantes sèches. Les débouchés sont principalement dans l'agroalimentaire (bonbons, thés froids et liqueurs) et la parfumerie (huile essentielle).

Après avoir réalisé des tests variétaux de 1984 à 1988 à Arbaz et à Bruson (VS) où l'hysope indigène (*Hyssopus officinalis* ssp. *canescens* (DC.) Nyman) (fig. 1) était comparée à plusieurs provenances et variétés d'hysope cultivées de la sous-espèce

*officinalis* (REY, 1989), nous avons dans un premier temps opté pour la provenance indigène qui présentait davantage d'arômes et une meilleure adaptation à la sécheresse. Par la suite, cette première sélection s'est avérée fortement sujette aux attaques de *Sclerotinia* sp. (A. Bolay, comm. pers.), qui ont provoqué des pertes considérables dans des cultures trop fumées et trop arrosées (fig. 2). Les atouts de cette sous-espèce locale ont toutefois été considérés comme suffisamment intéressants puisqu'un clone de celle-ci fut utilisé comme parent dans la sélection



Fig. 1. L'hysope officinale (*Hyssopus officinalis* ssp. *canescens*) en fleur dans la nature steppique valaisanne.



◁ Fig. 2. Attaque de *Sclerotinia* sp. dans une culture d'hysope en Valais.

### Résumé

La variété d'hysope officinale «Perlay» a été sélectionnée en Valais par Agroscope RAC Changins. Testée avec succès dans des petites cultures de montagne, elle est aujourd'hui cultivée sur de plus importantes surfaces en Suisse. Cette variété est issue de l'hybridation de deux sous-espèces d'hysope: *Hyssopus officinalis officinalis* L. provenant de Hongrie et *H. officinalis canescens* (DC.) Nyman du Valais. La variété Perlay se caractérise par un port

érigé homogène, une productivité moyenne de 6-7 t/ha de matière sèche dès la 2<sup>e</sup> année de culture et par une teneur en huile essentielle de 0,8 à 1,3%, principalement composée de pinocamphone (40-60%), d'isopinocamphone (20-30%) et de  $\beta$ -pinène (4-15%). Cette variété se distingue aussi par une bonne rusticité et une faible sensibilité à la sclérotiniose.

tion de la variété d'hysope «Perlay<sup>1</sup>». Jusqu'à présent, le genre *Hyssopus* n'a pas fait l'objet de travaux de sélection importants car seules trois variétés sont citées en 1999 par DACHLER et PELZMANN.

Cet article traite de différents aspects de cette variété d'hysope, la botanique, la méthode de sélection, les principes actifs et les usages de la plante, la culture, les rendements en graines, en matière sèche et en huile essentielle.

<sup>1</sup>Le nom de la variété «Perlay» est tiré de celui des deux premiers responsables du Centre des Fougères d'Agroscope RAC Changins, MM. Perraudin et Darbellay.



Fig. 3. Le cultivar «Perlay» (ligne de droite) comparé à ses deux parents: l'hysop hongroise (ligne centrale) et l'hysop valaisanne (ligne de gauche).

## Aspect botanique et méthode de sélection

La variété d'hysop commerciale «Perlay» est issue d'un croisement entre deux clones choisis au sein de populations d'individus des sous-espèces *officinalis*, de provenance hongroise, et

*canescens*, originaire du Valais (fig. 3). Comme l'autofécondation est prioritaire dans cette espèce, l'hybridation a nécessité la castration manuelle des étamines sur le clone hongrois retenu comme femelle. Par la suite, les semences sont récoltées sur les plantes hybrides multipliées par voie végétative. L'hysop



◁ Fig. 4. Détails d'une plante fleurie de l'hysop «Perlay».

Fig. 5. Les fleurs de l'hysop attirent insectes et papillons. ▽



«Perlay» se distingue par l'homogénéité de son port érigé et de sa floraison (fig. 4). Ses feuilles glabres sont vert foncé. Les fleurs, de couleur bleu violacé, sont disposées unilatéralement en longs épis au sommet des tiges et apparaissent dès la mi-juillet. Mellifères, elles attirent de nombreux insectes et papillons (fig. 5). Cette plante vivace atteint 40 à 60 cm de hauteur à la floraison. A ce stade, les tiges deviennent ligneuses à la base. Toute la plante dégage une odeur agréable, très aromatique, et une saveur âcre un peu amère. Par son port et son aspect, l'hysop «Perlay» s'apparente à sa mère hongroise, avec des tiges de hauteur réduite toutefois (fig. 3). Dans les cultures, cette variété se montre parfaitement résistante à *Sclerotinia* sp.

Méditerranéenne d'origine, l'aire de répartition naturelle de l'hysop officinale s'étend jusqu'en Europe centrale. On la trouve dans les steppes roumaines, serbes et hongroises. En France, en Italie et en Espagne, elle côtoie le thym, la lavande et le romarin sur les coteaux ensoleillés, de préférence calcaires. Dans l'Arc alpin, elle est spontanée par exemple dans les pelouses steppiques de Maurienne, de la Vallée d'Aoste et du Valais jusque vers 1300 m d'altitude. Le genre *Hyssopus* ne comprend qu'une seule espèce, mais très polymorphe. D'ailleurs, les botanistes actuels distinguent quatre sous-espèces: *officinalis officinalis* L., *officinalis canescens* (DC) Nyman, *officinalis montanus* (Jord. & Fourr) Briq. et *officinalis pilifer* (Pant.) Murb., se différenciant principalement par le port de la plante, mais aussi par la densité de la pilosité des feuilles et par la couleur des fleurs: bleu violacé, plus rarement rose ou blanc (AESCHIMANN *et al.*, 2004). La variété *decumbens* (Jord. & Fourr) de la ssp. *officinalis* (TUTTIN *et al.*, 1972) est signalée en France.

## Principes actifs et usages

Connues depuis la nuit des temps, les propriétés expectorantes, béchiques, digestives et antisudorales de l'hysope sont encore appréciées à l'heure actuelle. Ses infusions **légères** sont excellentes et on les utilise contre la bronchite, la toux, l'asthme et l'enrouement. La médecine populaire l'emploie comme astringent et comme carminatif. L'huile essentielle de l'hysope, antiseptique et antivirale, peut provoquer, à forte dose, des convulsions et des crampes. Elle sert également à la parfumerie. Comme aromate, l'hysope n'est plus guère utilisée dans la cuisine moderne malgré son goût légèrement amer et son parfum à la fois doux et camphré; elle constitue pourtant un bon condiment pour les viandes, les pâtés, les féculents et les salades.

L'huile essentielle, dont la teneur est maximale au début de la floraison (0,3-1,5% dans la plante sèche), renferme des carbures terpéniques et surtout deux cétones terpéniques, la pinocamphone et l'isopinocamphone. L'amertume serait due à la marrubiine. D'autres principes actifs caractérisent également l'hysope comme la choline, des tanins (5-8%) et des glycosides flavoniques (HELLEMONT, 1986; BRUNETON, 1999). La monographie sur l'hysope de la Pharmacopée française fixe le dosage d'huile essentielle à 0,3% au minimum et à 1,5% au maximum (ANONYME, 1986; 1989). Sans doute en raison des risques de neurotoxicité liés à la pinocamphone et à l'isopinocamphone, l'hysope n'est plus guère considérée par les Pharmacopées helvétique (ANONYME, 1997-2002-2001) et européenne (ANONYME, 1997-2001).

## Culture

Pour un développement optimal, l'hysope réclame des expositions chaudes et des sols calcaires bien drainés. Les sols excessivement riches sont à éviter en raison de la sensibilité des racines aux maladies.

Sa multiplication s'opère généralement par semis en mars sur des mottes compressées. Après un élevage en serre, la plantation se pratique au début de mai (AMSLER, 2004). La plante se développe peu à peu en touffe, dont les tiges se



Fig. 6. Culture d'hysope en 1<sup>re</sup> année à Bassins (VD); à gauche l'hysope valaisanne et à droite la variété «Perlay», plus vigoureuse.

ramifient avant la floraison. Le semis peut aussi s'effectuer directement en place à la densité de 2-3 kg/ha. On peut le pratiquer sur des terrains propres, soit en avril, soit en août-septembre. En culture biologique, où tout herbicide est proscrit, le semis direct au champ nécessite un équipement de sarclage adapté. Le semis direct offre l'avantage d'obtenir rapidement un haut rendement et une qualité de matière sèche dite «tendre», se caractérisant par un taux de feuilles élevé (ANONYME, 1989).

Dans les cultures professionnelles, les récoltes successives limitent la durée de vie des plantes à 3-5 ans au maximum. Au potager, en revanche, où l'on cueille quelques sommités fleuries pour des besoins occasionnels, l'hysope peut vivre plus de dix ans. Pour privilégier un taux de feuilles optimal, on recommande aujourd'hui de récolter les pousses feuillées avant la floraison. Cette pratique, conseillée à partir des résultats de tests expérimentaux, n'entraîne nullement la teneur en huile essentielle et la qualité des arômes.

## Rendement en graines

Le rendement grainier de l'hysope «Perlay» est de 1,2 à 2,0 kg/a, selon l'année de production. Il a été évalué sur une petite parcelle.

## Rendement en matière sèche

Le rendement en matière sèche de l'hysope «Perlay» varie en fonction de l'exploitant, du mode de culture, de la densité de plantation ou de semis et de l'année de production. Dans la pratique, on obtient actuellement en moyenne 3 t/ha de matière sèche en 1<sup>re</sup> année de culture avec deux récoltes (fig. 6) et une productivité moyenne de 6-7 t/ha les 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> années (Coopérative Valplantes, communication de Fabien Fournier). Afin d'améliorer l'aspect visuel de la matière sèche et surtout le taux de feuilles, il est recommandé de récolter avant la floraison. Le tableau 2 présente entre autres l'évolution du pourcentage de feuilles en fonction du stade de récolte. Celui-ci diminue de moitié entre le stade *feuilles* et le stade *début de fructification* (REY *et al.*, 2002).

## Teneur en huile essentielle

Les feuilles sèches de la variété «Perlay» contiennent entre 0,4 et 1,3% d'huile essentielle, selon le stade de récolte (tabl. 1 et 2) et les sites culturaux. Ce taux correspond à la norme qualitative de la Pharmacopée française citée plus haut. Les principaux composés actifs sont les suivants: pinocamphone

Tableau 1. Composition de l'huile essentielle de la variété d'hysope officinale «Perlay» comparée à celle de ses deux parents, d'origine hongroise et suisse.

Echantillons d'hysopes	Teneur HE (%)	$\beta$ -pinène (%)	1,8-cinéol (%)	Isopinocamphone (%)	Pinocamphone (%)
<i>H. off.</i> «Perlay» RAC	0,90	9,80		25,16	52,29
<i>H. off. ssp. canescens</i> , Valais	1,16	10,79	14,42	4,67	59,44
<i>H. off. ssp. officinalis</i> , Hongrie	0,90	12,00		13,00	46,00

Tableau 2. Evolution des teneurs en huile essentielle de l'hysope officinale «Perlay», Arbaz 2001.

N° variantes	Dates de récolte	Stades phénologiques	% feuilles	% HE*	% $\beta$ -pinène	% pinocamphone	% isopinocamphone
<b>1<sup>RE</sup> COUPE</b>							
1	5 juin	Feuilles	59,9	<b>1,33</b>	12,84	49,82	23,09
2	21 juin	Feuilles	52,4	<b>1,33</b>	11,99	49,00	23,10
3	5 juillet	Boutons	44,0	<b>1,24</b>	9,80	52,29	25,16
4	23 juillet	Début floraison	42,8	<b>1,24</b>	9,25	52,07	23,51
5	7 août	Pleine floraison	42,4	<b>1,18</b>	7,21	54,86	24,51
6	21 août	Fin floraison	44,5	<b>0,90</b>	5,71	57,85	24,89
7	5 septembre	Début fructification	32,9	<b>1,05</b>	5,53	58,18	23,52
8	20 septembre	Fructification	32,2	<b>0,57</b>	3,88	59,51	23,60
9	5 octobre	Fructification	30,6	<b>0,40</b>	5,62	57,85	23,20
<b>2<sup>E</sup> COUPE</b>							
1	21 août	Pleine floraison	53,9	<b>1,23</b>	7,06	51,81	25,56
2	5 septembre	Pleine floraison	55,0	<b>1,03</b>	5,23	52,59	26,34
3	20 septembre	Début floraison	52,3	<b>1,21</b>	7,64	50,98	26,74
4	5 octobre	Début floraison	51,3	<b>1,25</b>	9,86	43,62	23,29

\*HE = huile essentielle.

(40-60%), isopinocamphone (20-30%) et  $\beta$ -pinène (4-15%). Leurs teneurs s'apparentent à celles de l'hysope officinale ssp. *officinalis* originaire de Hongrie (tabl. 2). Les valeurs de pinocamphone et d'isopinocamphone sont toutefois plus élevées que celles que mentionne la littérature (ANONYME, 1997). Du point de vue chimique, l'hysope Perlay n'a donc pas non plus hérité le profil aromatique de son parent valaisan ssp. *canescens*, qui se caractérise par une faible teneur en isopinocamphone et par la présence de 1,8-cinéol. L'étude de la teneur en l'huile essentielle de l'hysope «Perlay» en fonction des stades phénologiques de récolte a montré un net fléchissement du stade *feuille* au stade *fructification*. Quant à l'évolution des terpènes considérés, elle s'est montrée relativement stable pour le pinocamphone et l'isopinocamphone et négative pour le  $\beta$ -pinène (tabl. 2) (REY *et al.*, 2002).

Les terpènes recherchés sont représentés sur le chromatogramme de la figure 7.

## Conclusions

- ❑ La variété d'hysope officinale «Perlay» se distingue avant tout par l'homogénéité de son phénotype et par sa productivité.
- ❑ Elle est rustique et adaptée aux conditions climatiques de moyenne montagne.
- ❑ Elle se montre résistante à *Sclerotinia* sp.
- ❑ La qualité de son huile essentielle correspond à la norme requise.
- ❑ Pour assurer une bonne qualité visuelle et aromatique du produit fini, l'hysope «Perlay» doit être récoltée de préférence avant la pleine floraison.

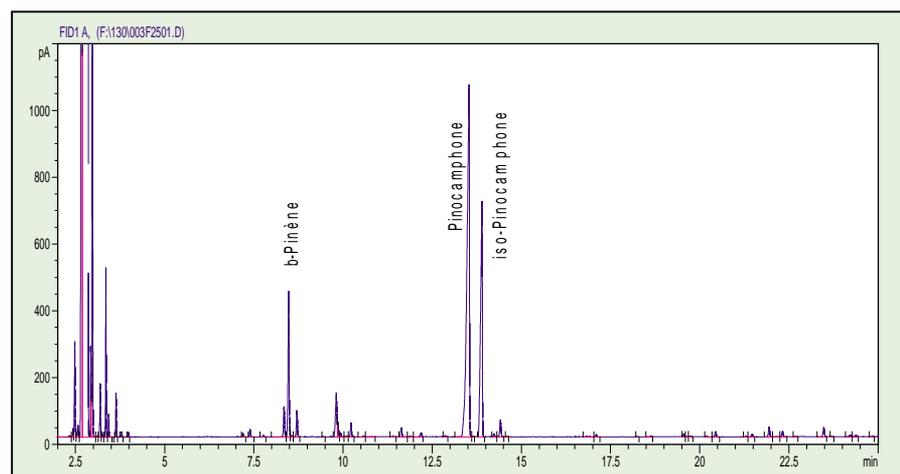


Fig. 7. Profil chromatographique des principaux terpènes de l'huile essentielle de la variété d'hysope «Perlay».

## Remerciements

Nous remercions les personnes qui nous ont aidés à réaliser ce travail, la firme Ricola à Laufen pour son intérêt et son soutien financier, Johannes Burri, Reto Raselli, Fabien Fournier, Jean-Marc Genevay et Frédéric Guenin, Ivan Slacanin, Vincent Michel, Gilles Verniau, Paul Gicquiaud, Xavier Simonnet, Adrien Bolay, Mauro Jermini, Aldo Fossati, Arnold Schori et Sabine Rey.

## Bibliographie

- AESCHIMANN D., LAUBER K., MOSER D. M., THEURILLAT J. P., 2004. Flora alpina, vol. 2, Belin, Paris, 1188 p.
- ANONYME, 1986, 1989. Monographie de l'hysope (*Hyssopus officinalis* L.). Pharmacopée française, édition juillet 1986-mai 1989, 3 p.
- ANONYME, 1989. Fiche technique de l'hysope officinale (*Hyssopus officinalis* L.). Iteipmai, F-49120 Chemillé, 5 p.
- ANONYME, 1997. Banque de données sur les huiles essentielles. ESO 1997.
- ANONYME, 1997-2000-2001. Pharmacopea Helvetica, 8<sup>e</sup> édition.
- ANONYME, 1997-2001. Pharmacopea Europea, 3<sup>e</sup> édition.
- AMSLER P., 2004. Fiches techniques Plantes médicinales et aromatiques, SRVA, Lausanne.
- BRUNETON J., 1999. Pharmacognosie-Phytochimie-Plantes médicinales 3<sup>e</sup> édition, TEC & DOC, Paris, 1120 p.
- DACHLER M., PELZMANN H., 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen. Anbau-Ernte-Aufbereitung, Agrarverlag, Wien, 353 p.
- HELLEMONT VAN J., 1986. Compendium de phytothérapie. Association pharmaceutique belge, Bruxelles, 492 p.
- REY Ch., 1989. Rapport d'essai variétal d'hysope, 3 p.
- REY Ch., CARLEN Ch., CARRON C.-A., 2002. Rapport d'activité 2000-2001 Plantamont, Groupe PLAM-RAC, 38 p.
- TUTIN T.G., HEYWOOD V.H., BURGESS N.A., MOORE D.M., VALENTINE D.H., WALTERS S.M., WEBB D.A., 1972. FLORA EUROPEA, Vol. 3, Cambridge at the University Press, 370 p. + 5 cartes.

## Summary

### The hyssop (*Hyssopus officinalis*) cultivar «Perlay»

The hyssop (*Hyssopus officinalis*) cultivar «Perlay» is issued of the Agroscope RAC Changins breeding program in Valais. After its first success on mountainous small farm production level it is now grown on larger scale in Switzerland. The cultivar is the result of a hybridization of two subspecies of *Hyssopus officinalis* L., ssp. *officinalis* L. from Hungary and spp. *canescens* (DC.) Nyman from Switzerland (Valais). Characteristic traits of hyssop «Perlay» are an erected, vigorous, homogenous growth type, a mean yield of 6-7 t/ha of dry matter since the second year of production, and an essential oil content of 0.8-1.3% mainly composed of pinocamphon (40-60%), isopinocamphon (20-30%), and  $\beta$ -pinen (4-15%). It is also a cultivar with a good hardiness and resistance to *Sclerotinia* sp.

**Key words:** *Hyssopus officinalis*, selection, varieties, quality, yield, essential oil.

## Zusammenfassung

### Die Ysop Sorte «Perlay»

Die Ysop Sorte «Perlay» wurde im Wallis durch Agroscope RAC Changins gezüchtet. Sie wurde erfolgreich in verschiedenen Kleinkulturen im Berggebiet getestet und wird heute in der Schweiz auf grösseren Flächen angebaut. Diese Sorte entstand aus einer Hybridation zwischen zwei Unterarten von *Hyssopus officinalis* L.. Dabei wurde die Unterart *officinalis* L. von Ungarn und die Unterart *canescens* (DC.) Nyman aus dem Wallis gekreuzt. Die daraus entstandene Ysop Sorte «Perlay» zeichnet sich aus durch seinen aufrechten Wuchs, seine Homogenität, seine Wuchskraft mit einer Produktion ab dem 2. Standjahr von 6 bis 7 Tonnen Trockensubstanz pro Hektare, sowie durch ihren Gehalt an ätherischen Ölen von 0,8 bis 1,3%. Das ätherische Öl ist vor allem aus den Wirkstoffen Pinocamphon (40-60%), Isopinocamphon (20-30%) und  $\beta$ -Pinen (4-15%) zusammengesetzt. Weitere Vorzüge der Sorte Perlay sind seine Winterhärte und die Toleranz gegenüber *Sclerotinia* sp.

## Riassunto

### La varietà d'issopo officinale «Perlay»

La varietà d'issopo officinale «Perlay» è stata selezionata nel Vallese dall'Agroscope RAC Changins. Testata con successo in piccole coltivazioni di montagna, è oggi oggetto in Svizzera di coltivazioni più importanti. Questa varietà è nata dall'ibridazione tra due sottospecie: l'ungherese *Hyssopus officinalis officinalis* L. e la vallesana *H. officinalis canescens* (DC) Nyman. L'issopo «Perlay» si distingue per un portamento eretto omogeneo, per il suo vigore che offre una produzione media di 6-7 t/ha di materia secca dal 2° anno di coltura, per un olio essenziale titolante da 0,8 a 1,3% e composto principalmente da pinocanfone (40-60%), da isopinocanfone (20-30%) e da  $\beta$ -pinene (4-15%). Questa varietà si distingue pure per una buona rusticità e per la sua tolleranza a *Sclerotinia* sp.



# 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



Bouchons en liège

Capsules de surbouchage

Capsules à vis · Bouchons couronne

Bouchons synthétiques · Tire-bouchons *Pulltop's*

## 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](mailto:ribas@bouchons.ch)

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

# LA PUISSANCE MAÎTRISÉE

Asservi ou impulsif

Hyper puissant  
Léger (860 gr.)  
Autonomie + de 8h  
Fiabilité et service apprécié  
GARANTIE 3 SAISONS !  
(avec programme de révision)

20 ans de collaboration avec

## CERCLE DES AGRICULTEURS

Rue des Sablières, 15 - Cp 15 - 1242 Satigny / GE  
Tél. : 022 306 10 10 - Fax : 022 306 10 11

## Pépinières viticoles



# FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés  
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

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



BOUCHONS Schlittler

FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ

E. & H. Schlittler Frères SA  
Autschachen 41  
CH-8752 Naefels / Gl  
Tél. +41 (0)55 618 40 30  
Fax +41 (0)55 618 40 37  
info@swisscork.ch

BOUCHONS CONTRÔLÉS  
AU T.C.A.?  
CONSULTEZ LE SITE

WWW.SWISSCORK.CH

## Analytique œnologique actuelle:

La teneur en sucre, acidité totale,  
acide sulfureux, est-elle correcte?  
Détermination rapide - également  
pour les vins rouges foncés - avec

## VINOQUANT

**NOUVEAU**



HUGLI  
LABOR TEC

Hauptstrasse 2, CH-9030 Abtwil  
Tel. +41 (0)71 311 27 41  
Fax +41 (0)71 311 41 13

LEO KUEBLER GmbH

## Plantes aromatiques et médicinales



## Nos collections Plantes aromatiques et médicinales

Ce recueil s'adresse à tous ceux qui s'intéressent aux plantes aromatiques et médicinales, à leur utilisation, à leur domestication et à leur production. De plus en plus demandées par l'industrie alimentaire, pharmaceutique et cosmétique, les plantes sauvages qui possèdent des propriétés intéressantes doivent être protégées d'une cueillette intensive. Elles sont ensuite améliorées par la sélection afin d'être plus riches en principes actifs. Les débouchés agricoles ainsi créés sont généralement bien adaptés à une production biologique et contribuent également à diversifier l'agriculture de montagne.

**CHF 18.-**

COMMANDE: AMTRA, Agroscope RAC Changins,  
case postale 516, CH-1260 Nyon 1  
Tél. ++41 22 363 41 52 - Fax ++41 22 363 41 55  
E-mail: colette.porchat@rac.admin.ch

## L'antracnose de la guimauve

V. MICHEL<sup>1</sup>, Agroscope RAC Changins, Centre des Fougères, CH-1964 Conthey

@ E-mail: vincent.michel@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

### Introduction

Originaire d'Asie, la guimauve officinale (*Althaea officinalis* L.) est une plante vivace de la famille des Malvacées, cultivée en Suisse comme plante médicinale (fig. 1). Au IX<sup>e</sup> siècle déjà, Charlemagne recommandait son utilisation à des fins curatives (FURLENMEIER, 1978). Ce sont les racines de la guimauve qui contiennent les matières actives recherchées, principalement des mucilages aux propriétés adoucissantes, émoullientes, anti-inflammatoires, pectorales, sédatives et béchiques (AMSLER, 2004). Ces mucilages sont aussi utilisés dans la fabrication de bonbons tels que les «pâtes de guimauve» ou les «marshmallows» («marsh-mallow» est le nom anglais de la guimauve).

La guimauve se plante de fin avril à mi-mai dans des sols profonds et meubles (AMSLER, 2004). Après la récolte en octobre, les racines sont hachées et séchées, sur l'exploitation ou en coopérative. La production de cette plante nécessite beaucoup de main-d'œuvre (1100 à 2000 h/ha) et une attention particulière à l'égard des maladies. L'une des plus répandues est la rouille des mauves *Puccinia malvacearum* (DACHLER et PELZMANN, 1999), qui s'attaque à la guimauve, à la rose trémière (*Althaea rosea*) et à d'autres Malvacées comme *Malva* spp. et *Lavatera* spp. Depuis 2000, une nouvelle maladie ravage les champs de guimauve en Suisse (fig. 2). L'agent pa-



Fig. 1. Guimauve officinale (*Althaea officinalis* L.) en début de floraison.

### Résumé

L'antracnose de la guimauve (*Althaea officinalis*), causée par le champignon *Colletotrichum malvarum*, provoque des dégâts considérables dans les champs de guimauve depuis quelques années. Ce pathogène se limite à un cercle de plantes hôtes composé de Malvacées et a été décrit pour la première fois sur la rose trémière (*Althaea rosea*), une espèce proche de la guimauve. Il a été détecté sur des graines issues d'une plante de guimauve malade. En revanche, dans les lots de variétés de guimauve testés, aucune graine visiblement malade n'a été observée. Malgré l'absence apparente de *C. malvarum* dans les lots testés, plusieurs indices font supposer que l'antracnose s'est bel et bien

propagée par la semence. L'assainissement de cette dernière se révèle donc une priorité pour lutter contre la maladie.

thogène a été identifié par le service de mycologie d'Agroscope RAC Changins comme appartenant au genre de *Colletotrichum* (P. Frei, comm. pers.). Cet article présente le champignon, ses plantes hôtes, sa transmission et les méthodes de lutte envisagées.

<sup>1</sup>Avec la collaboration technique de M. BENZ et C.-A. CARRON.

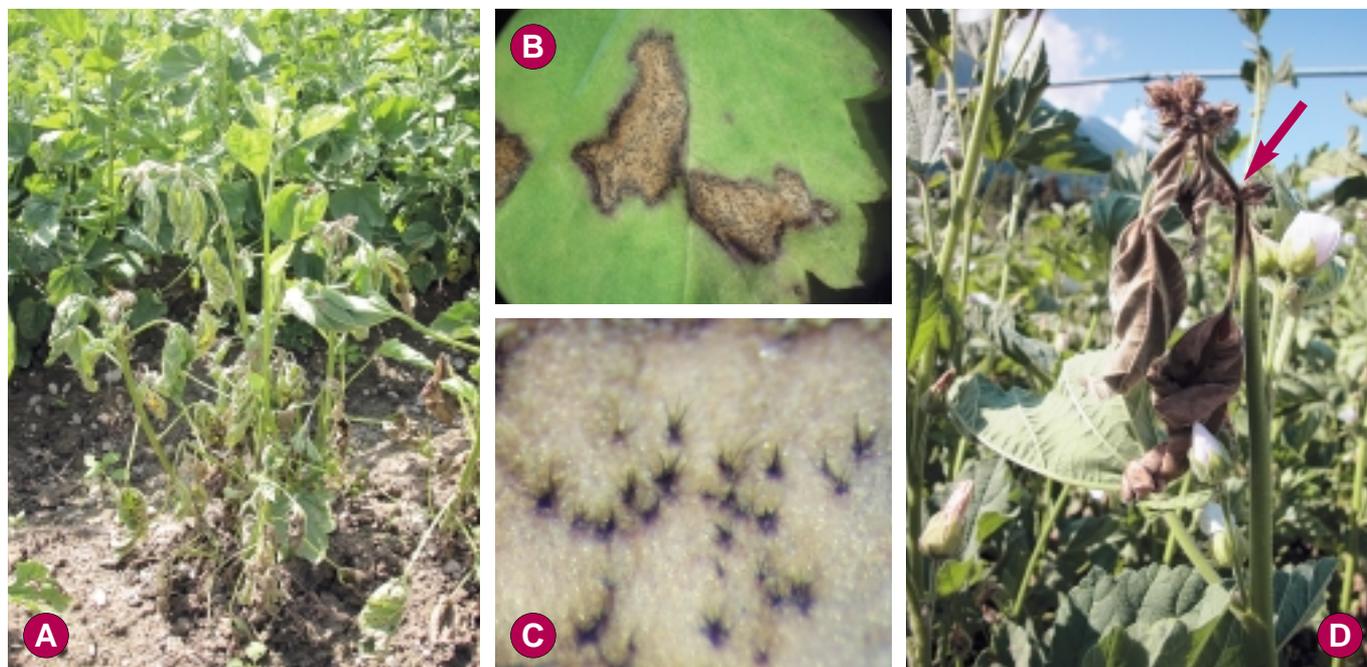


Fig. 2. Guimauve fortement atteinte par la maladie causée par un *Colletotrichum* sp. (A) avec comme symptômes des feuilles nécrosées et flétries. Sur la feuille, le symptôme se caractérise par des lésions de couleur brun clair, entourées d'une bordure brun foncé et parsemées de petits points noirs (B). L'agrandissement de ces petits points noirs montre des *setae* (C), poils noirs typiques des champignons du genre *Colletotrichum*. Sur la tige, le symptôme caractéristique de l'antracnose est le flétrissement, conséquence d'un étranglement par la nécrose causée par le champignon (D).

## Matériel et méthodes

### Identification de l'organisme pathogène

Plusieurs champignons ont été isolés à partir de plantes présentant des symptômes typiques de la maladie. Ces plantes provenaient de plusieurs producteurs situés dans l'Emmental (BE) et dans le Valposchiavo (GR), ainsi que de parcelles expérimentales du Centre des Fougères (VS). Les différentes souches ont été cultivées sur un milieu nutritif puis examinées au microscope afin d'identifier l'espèce du champignon à l'aide des clefs de détermination existant dans la littérature spécialisée.

### Plantes hôtes

En 2002, différentes Malvacées et d'autres espèces connues pour être des plantes hôtes de divers *Colletotrichum* (tabl. 1) ont été artificiellement infectées avec des spores des souches isolées, afin de déterminer le pathogène. Les plantons utilisés ont été produits dans les serres du Centre des Fougères (à l'exception des plants de fraisier). Après un semis en terrine au début de mai 2002, les plantules ont été repiquées entre le 20 et le 22 mai dans un terreau commercial en pots de 8 cm. Les plants de fraisier ont été obtenus à partir de plants frigo commerciaux et ont été repotés dans des pots de 16 cm. Pour chaque plante hôte, vingt-huit pots (sauf le fraisier: huit pots) ont été placés dans une serre à l'atmosphère constamment saturée d'eau et à une température de 20 à 30 °C.

Tableau 1. Espèces et variétés de plantes hôtes potentielles inoculées en serres avec des spores de *Colletotrichum* sp. isolé à partir de guimauve.

ESPÈCE	VARIÉTÉ OU PROVENANCE	PLANTE HÔTE DE
<b>Malvacées</b>		
<i>Althæa officinalis</i> (guimauve)	Fenaco, Jelitto, Richter	–
<i>Althæa rosea</i> (rose trémière)	Prachtmischung	<i>C. a malvarum</i> <sup>b</sup>
<i>Malva alcea</i> (mauve alcée)	Fenaco <sup>c</sup>	–
<i>Malva moschata</i> (mauve musquée)	Fenaco <sup>c</sup>	–
<i>Malva silvestris</i> (mauve sauvage)	Fenaco <sup>c</sup>	–
<i>Malva crispa</i> (mauve crépue)	Fenaco	–
<i>Lavatera trimestris</i> (lavatère annuelle)	Silver cup rosa	–
<b>Autres</b>		
<i>Fragariae</i> × <i>ananassa</i> (fraisier)	Elsanta	<i>C. acutatum</i> <sup>d</sup> <i>C. fragariae</i> <i>C. gloeosporioides</i>
<i>Hypericum perforatum</i> (millepertuis)	Topas	<i>C. gloeosporioides</i> <sup>e</sup>

<sup>a</sup>C. = *Colletotrichum*.

<sup>b</sup>SOUTHWORTH (1890a et 1890b).

<sup>c</sup>Plusieurs provenances.

<sup>d</sup>MAAS (1998).

<sup>e</sup>DEBRUNNER *et al.* (2000).

### Inoculation et contrôle

Le 2 juin 2002, les plantes ont été inoculées par aspersion d'une suspension de spores. Plusieurs souches de *Colletotrichum* sp. isolées de guimauve ont été multipliées sur milieu PDA (un milieu nutritif à base de pomme de terre et de sucre fréquemment utilisé pour la multiplication de champignons) pour atteindre une concentration de 10<sup>6</sup> spores/ml. La suspension a été distribuée avec un petit atomiseur de laboratoire jusqu'à la formation d'un film à la surface supérieure de quatre à six feuilles

par plante. Le 16 juin, la présence ou l'absence de symptômes sur les feuilles a été vérifiée visuellement. Les plantes présentant des symptômes typiques de la maladie ont été examinées à la loupe binoculaire pour détecter la présence de *setae* (poils de couleur foncée formés dans les corps de sporulation des *Colletotrichum* spp.), un caractère morphologique spécifique au champignon du genre *Colletotrichum* (ULLOA et HANLIN, 2000). L'identification a été complétée en isolant le champignon à partir de plantes avec des symptômes contenant des *setae*.

**Tableau 2. Variétés de guimauve (*Althaea officinalis*) comparées au champ à Conthey (VS) et à Bützberg (BE).**

VARIÉTÉ	MULTIPLICATEUR <sup>A</sup>	LIEU/PAYS
Richters		Canada
Jelitto		Allemagne
Fenaco	Valplantes	Sembrancher/Suisse
Fenaco	Strasser	Bützberg/Suisse
Fenaco	Keller	Hasle-Rüeggsau/Suisse

<sup>A</sup>La variété Fenaco a été multipliée par plusieurs producteurs. La variété commercialisée est celle multipliée par Keller.

## Test variétal

La résistance à l'antracnose de plusieurs variétés de guimauve a été comparée en 2002 (tabl. 2). Les plantons ont été produits dans les serres du Centre des Fougères. Après un semis en terrines, les plantules ont été repiquées dans des cubes de terreau. L'essai a été réalisé chez un producteur de Bützberg (Samuel Strasser) et au Centre des Fougères à Conthey (parcelle des Epines). A Bützberg, la plantation a été faite le 21 mai 2002 sur butte avec une planteuse à deux rangs. Cet essai à quatre répétitions a été placé au bord d'une parcelle de guimauve. Chaque parcelle expérimentale comprenait six lignes de huit plantes. Aux Epines, les plantons ont été plantés manuellement le 22 mai 2002. Les parcelles expérimentales étaient composées de trois lignes de douze plantes et le nombre de répétitions était de six, à l'exception de la variété Fenaco – provenance Keller. La production de plantons de cette variété s'est distinguée par une perte élevée et une moindre vigueur des plantons. C'est pourquoi seules deux répétitions de cette variété ont pu être installées aux Epines. Dans les deux lieux, la distance de plantation était de 70 cm entre les lignes et de 30 cm sur la ligne. L'entretien et la fumure des parcelles ont été réalisés selon les fiches techniques du SRVA (AMSLER, 2004). Les symptômes de la maladie ont été notés le 2 août 2002 à Bützberg et le 21 août 2002 aux Epines. En octobre 2002, l'essai des Epines a été récolté et le rendement mesuré sur les dix plantes de la ligne au centre de chaque parcelle expérimentale afin d'éviter l'effet de bordure.

## Contrôle des semences

Deux méthodes ont été appliquées pour détecter le champignon du genre *Colletotrichum* sur la semence. La plus simple consistait à déposer des graines sur du papier buvard imbibé d'eau placé dans des boîtes de Petri. Dans la deuxième méthode, le buvard a été remplacé par un milieu nutritif contenant sept antibiotiques et fongicides. Ce milieu semi-sélectif nommé CGPIM (MANANDHAR *et al.*, 1995) vise à empêcher ou du moins à freiner la croissance d'autres micro-organismes présents sur les graines testées. En effet, la détection des pathogènes sur la semence est souvent rendue difficile par la présence de champignons et de bactéries non pathogènes. Ceux-ci se développent rapidement sur milieu nutritif et masquent

ainsi la détection des champignons pathogènes, qui ont une vitesse de croissance souvent plus lente.

D'après les normes de l'International Seed Testing Association (ISTA, 2002) pour le contrôle des semences de blé, 400 graines de guimauve ont été testées pour chaque lot de semences. Des boîtes de Petri contenant vingt graines sur buvard ou sur milieu CGPIM ont été incubées à température ambiante au laboratoire et des contrôles visuels ont été faits après trois à cinq jours. De la semence récoltée en automne 2002 sur une plante (variété Fenaco) fortement atteinte par la maladie a été incluse dans ce test comme témoin positif.

## Résultats et discussion

### Identification du pathogène et plantes hôtes

Les cinq souches isolées en provenance de l'Emmental, du Valposchiavo et du Centre des Fougères ont eu une croissance identique sur le milieu nutritif. De

même, la taille des conidiospores (spores issues de la multiplication asexuée du champignon) et celle des *setae* étaient semblables (fig. 3). La longueur des conidiospores variait entre 10 et 13  $\mu\text{m}$  et la largeur entre 3 et 4  $\mu\text{m}$ , tandis que les *setae* avaient une longueur de 62 à 75  $\mu\text{m}$  et une largeur à la base de 5  $\mu\text{m}$ .

Un autre outil d'identification du pathogène consistait à infecter d'autres espèces que la guimauve avec les souches isolées. Outre les trois variétés de guimauve, la rose trémière, une provenance de mauve alcée et le fraisier ont tous montré des symptômes caractéristiques avec des *setae*. L'isolation sur milieu nutritif et l'observation au microscope ont montré que les souches isolées sur les Malvacées correspondaient au même champignon. En revanche, la souche isolée du fraisier se différenciait par la taille et la forme des conidiospores et des *setae*.

Le champignon *Colletotrichum malvarum* a été identifié selon la clé de détermination de VON ARX (1981) sur la base du cercle restreint des plantes hôtes, qui n'inclut que des Malvacées, et sur les dimensions des spores et *setae* des souches isolées. Ce pathogène a été isolé et décrit pour la première fois en 1890 aux Etats-Unis (SOUTHWORTH, 1890a) par M<sup>me</sup> Southworth qui l'a identifié sur des roses trémières et l'a nommé antracnose de la rose trémière (SOUTHWORTH, 1890b). Par analogie, nous appelons cette «nouvelle» maladie antracnose de la guimauve. Tout

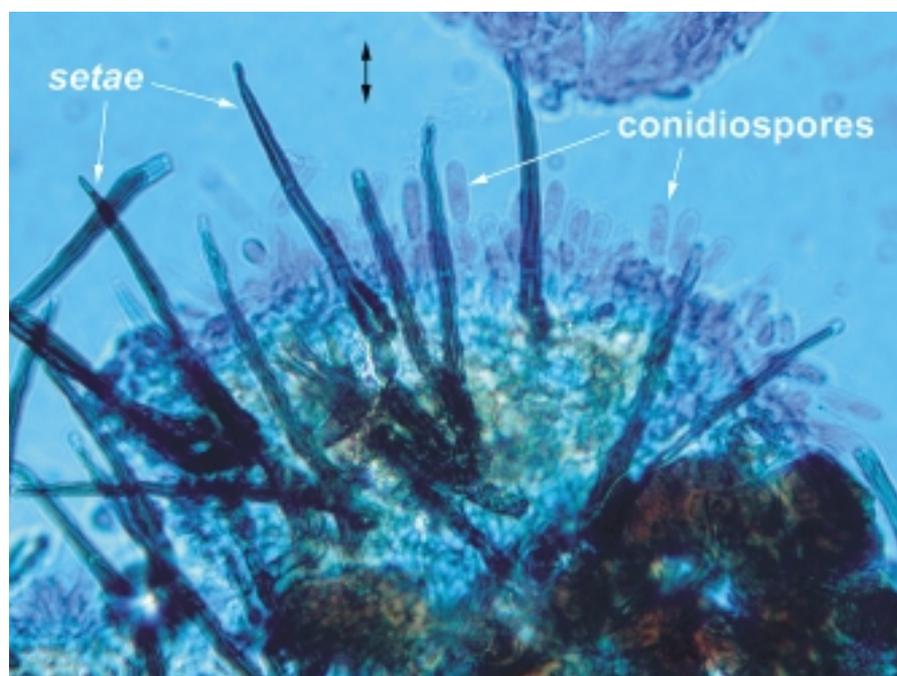
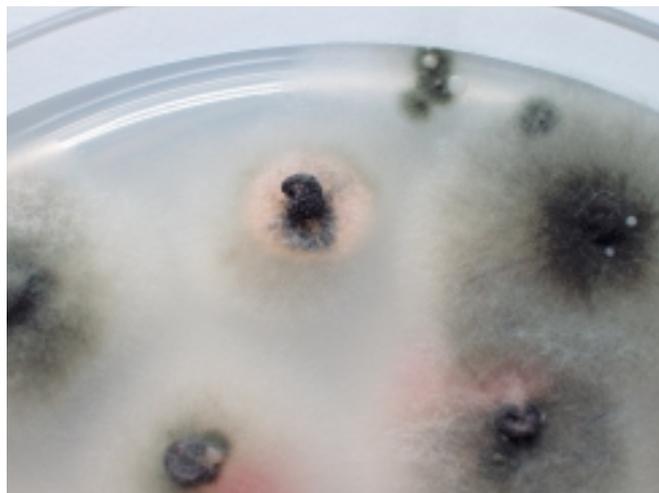


Fig. 3. Conidiospores (spores issues de la multiplication asexuée du champignon) et *setae* (poils de couleur foncée formés dans les corps de sporulation) d'une des souches de *Colletotrichum* sp. isolée sur guimauve. La longueur de la flèche noire correspond à 12  $\mu\text{m}$ .



◁ Fig. 4. Test variétal à Bützberg avec une variété sensible au premier plan et des variétés plus résistantes à l'arrière-plan.



△ Fig. 5. Le champignon *Colletotrichum malvarum*, reconnaissable à sa couleur saumon, se développe sur le milieu CGPIM à partir d'une graine de guimauve issue d'une plante malade. Les autres champignons présents appartiennent aux genres *Alternaria* (brun foncé) ou *Fusarium* (rouge).

récemment, cette maladie a aussi été observée pour la première fois en Italie (TOTI *et al.*, 2004). La présence d'un autre *Colletotrichum* sp. sur fraisier est probablement due à une infection latente de plants frigo avec ce pathogène.

## Test variétal

Dans le test variétal réalisé aux Epines, la variété canadienne Richters s'est montrée significativement plus sensible à l'antracnose, avec une note de maladie et un taux de mortalité plus élevés que les autres variétés testées (tabl. 3). Ce résultat s'est confirmé à Bützberg (tabl. 3 et fig. 4). Cette différence de résistance s'est également manifestée dans le rendement mesuré aux Epines (le rendement n'a pas été déterminé à Bützberg). Les variétés Jelitto et Fenaco - provenance Keller ont eu un rendement significativement plus bas que la meilleure provenance de la variété Fenaco. En raison du nombre réduit de répétitions de la variété Fenaco multipliée par Keller, les données concernant le rendement de cette variété sont toutefois à considérer avec une certaine prudence.

L'utilisation de variétés résistantes est une démarche importante pour lutter contre les maladies des plantes (MICHEL, 2001). Mais cette solution paraît im-

praticable dans la lutte contre l'antracnose de la guimauve, vu que les quelques variétés actuellement disponibles sur le marché mondial se sont révélées plus sensibles que la variété actuellement plantée en Suisse. On constate des variations surprenantes entre les différentes provenances de la variété Fenaco qui a été développée à partir de quelques plantes sélectionnées et présente une population relativement homogène. Néanmoins, les différences observées reflètent la relative variabilité existant à l'intérieur de la population initiale (Ch. Rey, comm. pers.) et il est

tout à fait possible que la multiplication dans différents lieux influence la composition de cette variété.

## Contrôle des semences

La semence récoltée sur une plante fortement atteinte par la maladie a permis de détecter la présence d'un champignon du genre *Colletotrichum* en utilisant le milieu CGPIM (fig. 5). Ce champignon peut aussi être détecté en plaçant les graines sur du buvard (fig. 6). L'isolation de souches de ce *Colletotrichum* sur milieu nutritif et

**Tableau 3. Note de maladie<sup>a</sup>, mortalité à la récolte et rendement des variétés de guimauve (*Althaea officinalis*) aux Epines (Conthey, VS) et note de maladie à Bützberg (BE).**

VARIÉTÉ-MULTIPLICATEUR	ÉPINES			BÜTZBERG
	NOTE MALADIE <sup>b</sup>	MORTALITÉ (%)	RENDEMENT <sup>c</sup>	NOTE MALADIE <sup>d</sup>
Richters	4,1 a <sup>e</sup>	62 a	812 d	5,0 a
Jelitto	3,4 b	8 b	1357 bc	1,8 b
Fenaco-Valplantes	3,5 b	0 b	1708 ab	2,4 b
Fenaco-Strasser	3,1 b	2 b	1862 a	2,0 b
Fenaco-Keller	2,9 b	3 b	1033 cd	1,5 b

<sup>a</sup>Echelle de notation: 1 = pas de symptômes; 2 = quelques feuilles/tiges avec symptômes isolés; 3 = feuilles/tiges avec symptômes isolés répartis sur toute la plante; 4 = feuilles/tiges avec symptômes formant des grandes surfaces répartis sur toute la plante; 5 = plante morte (toutes les feuilles sèches).

<sup>b</sup>Notation du 21.8.2002. Les dix plantes au centre de la parcelle ont été notées individuellement.

<sup>c</sup>g de racines (matière fraîche) par m<sup>2</sup> (mesuré sur les dix plantes au centre de la parcelle).

<sup>d</sup>Notation du 2.8.2002. La note correspond à une estimation globale de la parcelle.

<sup>e</sup>Les procédés dotés de la même lettre ne sont pas significativement différents (test LSD avec une probabilité d'erreur de 5%).

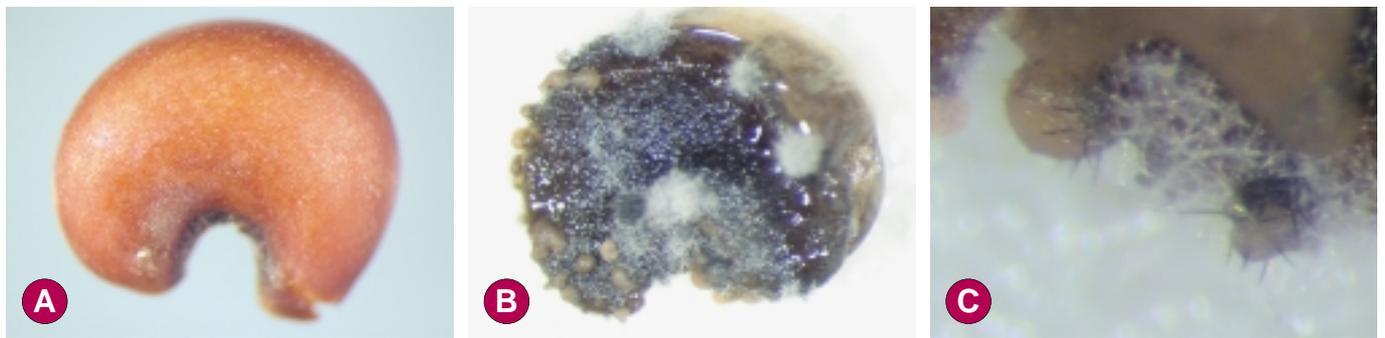


Fig. 6. Graine de guimauve saine (A) et malade (B). Le champignon *Colletotrichum malvarum* forme des masses de spores de couleur saumon à la surface de la graine malade. Ces masses de spores sont parsemées de poils noirs (*setae*) spécifiques au champignon du genre *Colletotrichum* (C).



Fig. 7. Foyer initial (A) et propagation (B) de la maladie causée par le *Colletotrichum malvarum* dans la parcelle de S. Strasser à Bützberg (BE).

l'inspection au microscope ont révélé qu'il s'agissait bien de *C. malvarum*. En revanche, aucun *Colletotrichum* n'a été détecté sur les 400 graines contrôlées dans chaque variété, alors que le taux de contamination était de 15% dans les graines issues de la plante malade. Malgré cette apparente absence de *C. malvarum* sur les graines des variétés commercialisées, plusieurs cas graves d'anthracnose ont été constatés dans des parcelles de guimauve en Valais en 2004. En 2002, lors de l'essai variétal fait à Bützberg, des foyers d'anthracnose sont aussi apparus dans la parcelle du producteur (fig. 7a) et se sont propagés rapidement au cours de la saison (fig. 7b). En 2002 et en 2003, des plantules de guimauve ont présenté des symptômes d'anthracnose chez un producteur de plantons. Tous ces indices portent à croire que cette maladie se transmet bel et bien par la semence. Le contrôle des 400 graines par variété dans notre laboratoire n'est probablement pas suffisant pour détecter le champignon lors d'une faible infestation de la semence. Une explication possible est que la croissance de nombreux autres champignons sur le milieu

CGPIM n'a pas été supprimée malgré l'addition de sept antibiotiques et fongicides (fig. 5).

L'apparition de l'anthracnose depuis quelques années dans toutes les régions où la guimauve est cultivée constitue

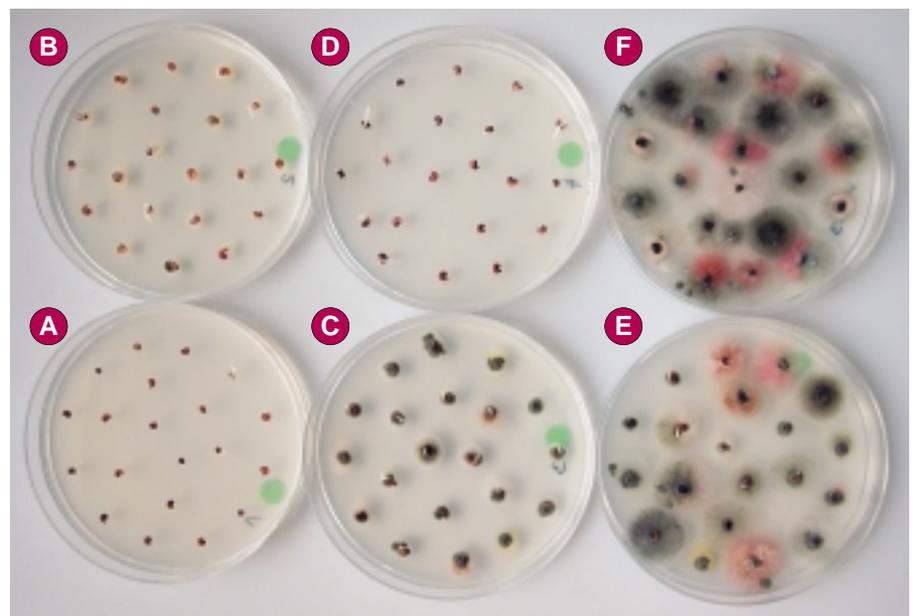


Fig. 8. Des boîtes de Petri contenant du milieu semisélectif CGPIM avec vingt graines de guimauve. Les variétés testées sont: Richters (A), Jelitto (B), Fenaco-Valplantes (C), Fenaco-Strasser (D), Fenaco-Keller (E) et des graines récoltées sur une plante malade (F). Les champignons les plus abondants sont les *Alternaria* spp. (brun foncé) et les *Fusarium* spp. (rouge).

en soi un autre indice qui montre que la maladie se transmet par la semence. En Suisse, *C. malvarum* a été détecté sur de la guimauve pour la première fois en 1986 (Service de mycologie, Agroscope RAC Changins), c'est-à-dire bien avant que la maladie ne commence à poser des problèmes chez les producteurs. Il semble alors probable qu'un lot ait été contaminé avec *C. malvarum* lors d'une des multiplications de la semence. Il y a manifestement eu un problème lors de la multiplication de la semence de la variété Fenaco par Keller, car celle-ci montre un taux élevé de contamination par d'autres champignons que *C. malvarum* (fig. 8). Ces champignons appartiennent principalement aux genres *Alternaria* et *Fusarium*, qui sont généralement des saprophytes (micro-organismes se nourrissant de matière organique morte), mais parfois aussi des pathogènes. Parmi ces pathogènes figurent plusieurs espèces d'*Alternaria* et de *Fusarium* qui sont transmises par la semence (CHAMPION, 1997) et qui peuvent fortement diminuer la vigueur des plantules jusqu'à entraîner leur mort. Il se peut que cette forte contamination de la semence de la variété Fenaco produite par Keller soit à l'origine de la faible vigueur des plantons observée dans le test variétal. La mauvaise qualité sanitaire de ce lot pourrait aussi expliquer son rendement inférieur à celui de la même variété multipliée par Valplantes ou Strasser (tabl. 3). A la suite des observations faites dans la production et des résultats présentés ici, Fenaco a entrepris d'assainir la variété concernée en 2003. Pour ce faire, la semence a été multipliée à partir de graines issues de plantes saines et elle est maintenant commercialisée par Fenaco (J. Burri, comm. pers.).

## Conclusions

- ❑ L'antracnose de la guimauve, causée par le champignon *Colletotrichum malvarum*, est une maladie qui affecte un cercle de plantes hôtes limité aux Malvacées.
- ❑ La rotation des cultures devrait donc être un moyen efficace pour lutter contre cette maladie. En revanche, l'utilisation de variétés de guimauve résistantes à l'antracnose paraît irréalisable, faute de variétés résistantes disponibles sur le marché.
- ❑ La transmission par la semence semble finalement être la principale voie de propagation de cette maladie au cours de ces dernières années. La solution proposée actuellement est l'utilisation de semences de bonne qualité.

## Bibliographie

- AMSLER P., 2004. Fiches techniques plantes médicinales et aromatiques. SRVA, Lausanne.
- CHAMPION R., 1997. Identifier les champignons transmis par les semences. INRA, Paris, 398 p.
- DACHLER M., PELZMANN H., 1999. Arznei- und Heilpflanzen - Anbau - Ernte - Aufbereitung. Österreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg, Autriche, 353 p.
- DEBRUNNER N., RAUBER A.-L., SCHWARZ A., MICHEL V., 2000. First report of St. John's-wort anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Switzerland. Plant Dis. **84**, 203.
- FURLENMEIER M., 1978. Das grosse Buch der Heilpflanzen. Verlag F. P. Schwitler Holding, Zurich, 200 p.
- ISTA, 2002. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA), Bassersdorf, Suisse. <http://seedtest.org/upload/cms/user/7014.pdf>
- MAAS J. L., 1998. Compendium of strawberry diseases (second edition). APS-Press, St. Paul, MN, USA, 98 p.
- MANANDHAR J. B., HARTMAN G. L., WANG T. C., 1995. Semiselective medium for *Colletotrichum gloeosporioides* and occurrence of three *Colletotrichum* spp. on pepper plants. Plant Dis. **79**, 376-379.
- MICHEL V., 2001. La sélection de variétés de blé et de triticales résistantes aux maladies. Revue suisse Agric. **33** (4), 133-140.
- SOUTHWORTH E. A., 1890a. A new hollyhock disease. J. Mycology **6**, 45-51.
- SOUTHWORTH E. A., 1890b. Additional observations on anthracnose of the hollyhock. J. Mycology **6**, 115-116.
- TOTI L., BUONAURO R., CAPPELLI C., 2004. Occurrence of anthracnose caused by *Colletotrichum malvarum* on *Althaea officinalis* in Italy. Plant Dis. **88**, 425.
- ULLOA M., HANLIN R. T., 2000. Illustrated dictionary of mycology. APS-Press, St. Paul, MN, USA, 448 p.
- VON ARX J. A., 1981. The genera of fungi sporulating in pure culture. A. R: Gantner Verlag K. G., Vaduz, 424 p.

## Riassunto

### L'antracnosi dell'altea

L'antracnosi dell'altea (*Althaea officinalis*), causata dal fungo *Colletotrichum malvarum*, è stata identificata come malattia che, da qualche anno, causa considerevoli danni nei campi di altea. Questo patogeno, limitato ad una cerchia di ospiti composta da malvacee, è stato descritto per la prima volta sulla malvarosa, o malvone (*Althaea rosea*), una specie vicina all'altea ed è stato rilevato su semi prodotti da una pianta di altea malata. In compenso, nei lotti delle varietà di altea testate non è stato osservato nessun seme visibilmente malato. Malgrado questa apparente assenza di *C. malvarum* sul seme vi sono diversi indici indicanti che la propagazione di questi ultimi anni dell'antracnosi dell'altea è avvenuta tramite semenza. Il risanamento della semenza è quindi prioritario per la lotta contro questa malattia.

## Summary

### Marsh-mallow anthracnose

Anthracnose of marsh-mallow (*Althaea officinalis*), caused by the fungus *Colletotrichum malvarum*, was identified as the disease causing considerable damage during the past years in marsh-mallow fields in Switzerland. The host range of the pathogen is limited to a few plant species of the Malvaceae family. It was described for the first time on hollyhock (*Althaea rosea*), a species closely related to marsh-mallow. The pathogen was seed borne on seeds harvested on a diseased marsh-mallow plant. In contrast, *C. malvarum* could not be detected on seeds from commercial varieties. Despite this apparent absence of the pathogen on seeds, there are several indications that the spread of marsh-mallow anthracnose during the last years occurred by the seed. Therefore, the seed sanitation is the first step to control this disease.

**Key words:** anthracnose, *Colletotrichum malvarum*, hollyhock, marsh-mallow, seed borne.

## Zusammenfassung

### Die Eibisch-Anthraknose

Die Eibisch-Anthraknose, verursacht durch den Pilz *Colletotrichum malvarum*, wurde als die Krankheit identifiziert, welche seit ein paar Jahren in den Eibischfeldern beträchtliche Schäden verursacht. Der Wirtspflanzenkreis dieses Krankheitserregers beschränkt sich auf einige den Malvengewächsen angehörenden Pflanzenarten. Er wurde zum ersten mal auf der Stockrose (*Althaea rosea*) beschrieben, einer der Eibisch (*Althaea officinalis*) nahe verwandten Art. Er konnte auf Saatgut, welches von einer kranken Eibischpflanze gewonnen wurde, nachgewiesen werden. Hingegen konnte im Saatgut der untersuchten Eibischsorten keine befallenen Samen gefunden werden. Trotz dieser offensichtlichen Abwesenheit von *C. malvarum* auf dem Saatgut gibt es mehrere Hinweise, dass die in den letzten Jahren stattgefundenen Verbreitung der Eibisch-Anthraknose über das Saatgut erfolgt ist. Deshalb ist die Herstellung von gesundem Saatgut der erste Schritt zu einer erfolgreichen Bekämpfung dieser Krankheit.

# Identification moléculaire des variétés de châtaignier en Suisse

S. ABDELHAMID et P. KÜPFER, Laboratoire de botanique évolutive, Université de Neuchâtel, CH-2000 Neuchâtel  
M. CONEDERA, Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage, sous-station du sud des Alpes, CH-6504 Bellinzona-Ravecchia  
C. L. L , Agroscope RAC Changins, Case postale 254, CH-1260 Nyon

E-mail: cong-linh.le@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 422.

## Introduction

Le châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) est une espèce qui, peut-être plus que toute autre en Europe, a attiré l'attention de l'homme. Depuis les temps anciens, la culture de châtaignier est devenue dominante et nécessaire pour la survie des populations de montagne. Tant de techniques, de pratiques paysannes et domestiques, de même que tant de traditions y sont associées, qu'il est permis de parler d'une vraie «civilisation du châtaignier» (LIEUTAGHI, 1969).

Au sud des Alpes, la culture du châtaignier est pratiqu e depuis deux mille ans (CONEDERA *et al.*, 1997). Dès le Moyen Age, il a constitué une ressource alimentaire de première importance. Ses fruits contribuaient à assurer la nourriture de l'homme et des animaux, tandis que son bois était utilisé pour la construction et le chauffage. Pour remplir leurs besoins, les populations montagnardes locales ont diversifié la gamme des variétés cultivées (précoces, tardives, fruits à consommer frais ou séchés, etc.) (CONEDERA, 1998). Cette diversification du châtaignier a eu comme conséquence une différenciation des variétés cultivées au niveau régional. Actuellement, dans les 26 000 ha de forêts de châtaignier du sud des Alpes de la Suisse, plus d'une centaine de noms de variétés sont connus, dont une soixantaine correspondent à des cultivars identifiés et répertoriés sur le terrain (CONEDERA *et al.*, 1993). Des cas d'homonymie (même nom, différents cultivars) ou de synonymie (différents cultivars, même nom) sont aussi connus (CONEDERA, 1994).

## Résumé

Deux techniques d'analyse moléculaires, RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) et AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), ont été utilisées pour rechercher des marqueurs spécifiques permettant d'identifier génétiquement des variétés de châtaignier suisses. 98 et 222 bandes polymorphes ont été amplifiées par RAPD et AFLP en utilisant respectivement douze et quatre amorces.

Les analyses de groupement et en coordonnées principales avec les deux marqueurs ont permis la séparation des variétés fruitières et des rejets de taillis. La détermination univoque des différentes variétés n'a en revanche pas été possible.

Les résultats moléculaires de deux marqueurs sont comparables. Une corrélation significative ( $r = 0,78$ ) a été établie entre les deux données RAPD et AFLP.



Fig. 1. Architecture du châtaignier type L ina.

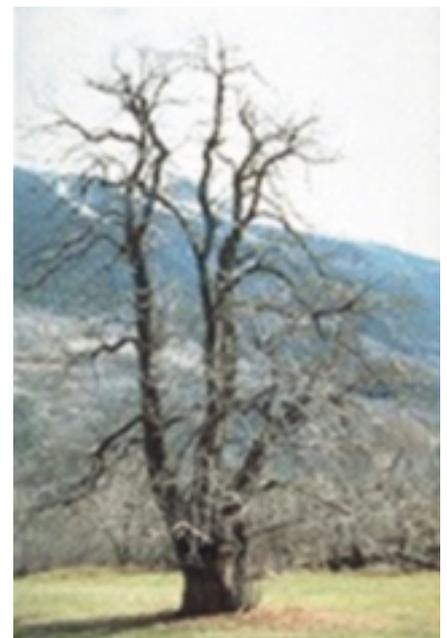


Fig. 2. Architecture du châtaignier type Verdanesa.

En dépit de cette diversité, il n'existe pas encore de méthodes rigoureuses de détermination des variétés cultivées, ni de leur diversité génétique. De même, les liens génétiques entre les variétés à fruits et les châtaigniers à bois (près de 18 000 ha cultivés en taillis ou en haute futaie non greffée) n'ont pas encore été établis. Généralement, au sud des Alpes de la Suisse, l'identification des cultivars du châtaignier est basée sur des critères morphologiques considérant par exemple l'architecture de l'arbre (fig. 1 et 2), la forme de la bogue ou celle du fruit. D'autres caractères morphologiques, ayant trait aux feuilles et aux fleurs, ainsi que la phénologie de la plante ont été récemment étudiés avec des résultats prometteurs, mais sans arriver à des applications pratiques (LURASCHI *et al.*, 1994; RUDOW et CONEDERA, 2001). De plus, certains de ces marqueurs morphologiques sont sensibles aux facteurs environnementaux et sont donc instables (CERVERA *et al.*, 1998). Pour cerner la diversité taxonomique réelle du châtaignier, il devenait donc nécessaire de prendre en considération les caractères génétiques.

Quelques auteurs ont appliqué des marqueurs biochimiques pour identifier et étudier la variabilité génétique du châtaignier européen. MÜLLER-STARCK *et al.* (1993) ont utilisé la technique des isozymes pour étudier la variabilité génétique des cultivars suisses, PEREIRA-LORENZO *et al.* (1996) pour les cultivars espagnols et PEREIRA *et al.* (1999) pour les cultivars portugais. MALVOLI et FINESCHI (1987) et FRASCARIA et LEFRANC (1992) ont utilisé les mêmes techniques pour étudier la variabilité génétique des châtaigniers respectivement en Italie et en France. Toutefois, les marqueurs protéiques sont très sensibles à plusieurs facteurs (âge du matériel, température, conditions de conservation des échantillons, etc.); de surcroît, le nombre des enzymes observés est souvent faible. Leur emploi est donc limité (PEREIRA-LORENZO *et al.*, 1996).

Plus récemment, les méthodes moléculaires fondées sur l'amplification enzymatique *in vitro* de fragments spécifiques d'ADN (Acide désoxyribonucléique) par l'intermédiaire de la réaction en chaîne de polymérase ou PCR (Polymérase Chain Reaction) ont été appliquées au châtaignier: Plusieurs marqueurs ont été utilisés. RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) (GALDERISI *et al.*, 1998; ORAGUZIE *et al.*, 1999), AFLP (*Amplified Fragment Length polymorphism*) (YAMAMOTO *et al.*, 1998), ISSR (*Inter Simple Sequence Repeats*) (GOU-LÃO *et al.*, 2001; CASASOLI *et al.*, 2001) et SSR (*Simple Sequence Repeats* ou

microsatellites) (BOTTA *et al.*, 1999). Pour le moment, la seule tentative d'utiliser des marqueurs moléculaires pour l'identification de cultivars suisses de châtaignier date de 1993 et a été effectuée avec la technique des RAPDs (FINESCHI *et al.*, 1993).

Les objectifs du travail présenté ici sont d'étudier la diversité génétique inter- et intra-variétale du châtaignier, d'établir les différences génétiques entre les cultivars et les individus de taillis et d'étudier l'utilité des deux marqueurs moléculaires choisis (RAPD et AFLP) pour l'identification des variétés du châtaignier.

Ce travail est le fruit d'une collaboration entre le Service de biologie végétale (culture *in vitro*) d'Agroscope RAC Changins, la sous-station du sud des Alpes de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) et le Laboratoire de botanique évolutive de l'Université de Neuchâtel.

## Matériel et techniques

### Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail a été récolté au printemps, juste après le débourrement, sur des variétés autochtones comprenant 52 accessions de différentes régions de la Suisse italienne (tabl. 1).

### Extraction d'ADN

L'ADN génomique est extrait à partir de petites feuilles en utilisant le bromure d'ammonium hexadécyltriméthyle (CTAB), selon la méthode décrite par POREBSKI *et al.* (1997), suivie d'une extraction organique (phénol/chloroforme). La purification de l'ADN a été réalisée par la matrice de prépa-gène (Biorad) et sa concentration est contrôlée par dosage spectrophotométrique. Ensuite, l'ADN a été remis en suspension dans une solution tampon TE (pH 8) et stocké à  $-20^{\circ}\text{C}$ .

### Amorces utilisées dans la PCR

Pour la méthode RAPD, sur un total de trente amorces qui ont été testées, seules douze amorces (OPA 02, 04, 07, 10 et 15; OPB 08; OPD 20; OPE 01, 04, 16 et 19 et OPX 17 d'Operon Technologies, Alameda, California) ont produit des bandes polymorphes et reproductibles.

Pour l'AFLP, quatre amorces sélectives ont été employées (E-AGG/M-CTT, E-AAC/M-CTT, E-AGT/M-CAT et E-AAC/M-CAT) (GIBCO BRL AFLP™ Core Reagent Kit).

## Amplification d'ADN

### RAPD

L'amplification est effectuée dans un volume total de  $25\ \mu\text{l}$  contenant  $1,4\ \text{mM}$  de  $\text{MgCl}_2$ ,  $0,2\ \text{mM}$  de chaque dNTP,  $0,4\ \mu\text{M}$  d'amorce oligonucléotide, une unité de Taq DNA polymérase (Eurobiotaq) et  $20\ \text{ng}/\mu\text{l}$  d'extrait contenant de l'ADN. Le processus de la PCR consiste en une dénaturation initiale (4 min à  $94^{\circ}\text{C}$ ), suivie de 38 cycles d'amplification (1 min de dénaturation à  $93^{\circ}\text{C}$ , 1 min d'hybridation à  $45^{\circ}\text{C}$ , 1 min d'extension à  $72^{\circ}\text{C}$ ) et en une extension finale (5 min à  $72^{\circ}\text{C}$ ). Les produits PCR sont séparés par électrophorèse dans un gel agarose 1,6% (p/v)-TBE contenant  $0,4\ \mu\text{g}/\text{ml}$  de bromure d'éthidium à 100V pendant 90 min. Les bandes d'ADN sont alors observées à la lumière ultraviolette.

### AFLP

$100\ \text{ng}/\mu\text{l}$  de l'ADN génomique ont été digérés par cinq unités de EcoRI (Biolabs) et cinq unités de Mse I (Biofinex) pendant 2 h à  $37^{\circ}\text{C}$  dans un volume de  $40\ \mu\text{l}$  de tampon de digestion. La ligation des adaptateurs a été effectuée par  $40\ \text{p mol}/\mu\text{l}$  de chaque adaptateur EcoRI et Mse I et une unité de ligase T4 et ensuite incubé pendant 3 h à  $37^{\circ}\text{C}$ .

La réaction de préamplification a été effectuée dans un volume de  $20\ \mu\text{l}$  contenant  $1,5\ \text{mM}$  de  $\text{MgCl}_2$ ,  $1\ \text{mM}$  de chaque dNTP,  $10\ \text{p mol}/\mu\text{l}$  de l'adaptateur EcoRI, une unité de taq DNA polymérase (Qiagen AG, Bâle). La réaction de préamplification est effectuée avec des amorces ayant un nucléotide sélectif simple dans un thermocycleur Biometra I selon le procédé suivant: dénaturation de l'ADN pendant 2 min à  $94^{\circ}\text{C}$ , suivie de 28 cycles de 45 sec à  $94^{\circ}\text{C}$ , de 45 sec à  $56^{\circ}\text{C}$  et de 1 min à  $72^{\circ}\text{C}$ . Une étape finale d'élongation est réalisée à  $72^{\circ}\text{C}$  pendant 10 min. Les produits obtenus sont dilués  $10\times$  pour la PCR sélective.

L'amplification sélective est effectuée dans un volume de  $20\ \mu\text{l}$ . La réaction contient  $0,75\ \text{mM}$  de  $\text{MgCl}_2$ ,  $1\ \text{mM}$  de chaque dNTP,  $0,25\ \mu\text{M}$  de l'amorce EcoRI et  $0,30\ \mu\text{M}$  de l'amorce Mse I et une unité de Taq polymérase. La PCR comporte 36 cycles avec la séquence suivante: une étape de dénaturation d'ADN pendant 30 sec à  $94^{\circ}\text{C}$ , une étape d'hybridation pendant 30 sec et une étape d'élongation pendant 1 min à  $72^{\circ}\text{C}$ . Pour les 13 premiers cycles, la température d'hybridation est de  $65^{\circ}\text{C}$  au début, pour être plus tard abaissée par palier de  $0,7^{\circ}\text{C}$  à chaque cycle et maintenue à  $56^{\circ}\text{C}$  pour les 23 cycles restants.

$1\ \mu\text{l}$  du produit PCR est introduit à un volume de  $12\ \mu\text{l}$  de formamide déionisée et  $0,5\ \mu\text{l}$  de marqueurs de poids (Gene Scan 500 ROX), les échantillons sont chauffés pendant 2 min à  $95^{\circ}\text{C}$  et sont immédiatement refroidis dans de la glace.

Chaque échantillon est chargé sur le séquenceur automatique d'ADN ABI-310 (électrophorèse à capillaire). Les pics ainsi révélés sont visualisés par les logiciels GeneScan et le Genotyper (PE Applied Biosystems).

**Tableau 1. Individus étudiés et leurs origines.**

Numéro de l'échantillon	Nom de la variété	Numéro de l'individu	Génotype	Origine
1	Verdanesa	1	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 01.CH
2	Verdanesa	2	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 04.CH
3	Verdanesa	3	<i>C. sativa</i> greffé	Giornico 03.CH
4	Verdanesa	4	<i>C. sativa</i> greffé	Giornico 06.CH
5	Verdanesa	5	<i>C. sativa</i> greffé	Giornico 04.CH
6	Verdanesa	6	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 02.CH
7	Verdanesa	7	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 06.CH
8	Verdanesa	8	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 10.CH
9	Verdanesa	9	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 12.CH
10	Verdanesa	10	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 13.CH
11	Verdanesa	11	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 04.CH
12	Verdanesa	12	<i>C. sativa</i> greffé	Torricella 10.CH
13	Verdanesa	13	<i>C. sativa</i> greffé	Torricella 13.CH
14	Lüina	1	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 02.CH
15	Lüina	2	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 07.CH
16	Lüina	3	<i>C. sativa</i> greffé	Giornico 01.CH
17	Lüina	4	<i>C. sativa</i> greffé	Giornico 02.CH
18	Lüina	5	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 01.CH
19	Lüina	6	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 05.CH
20	Lüina	7	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 08.CH
21	Lüina	8	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 14.CH
22	Lüina	9	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 03.CH
23	Lüina	10	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 05.CH
24	Lüina	11	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 14.CH
25	Lüina	12	<i>C. sativa</i> greffé	Torricella 08.CH
26	Lüina	13	<i>C. sativa</i> greffé	Torricella 09.CH
27	Lüina	14	<i>C. sativa</i> greffé	Torricella 17.CH
28	Bonè negro	1	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 03.CH
29	Bonè negro	2	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 05.CH
30	Bonè negro	3	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 06.CH
31	Bonè negro	4	<i>C. sativa</i> greffé	Calonico 08.CH
32	Bonè negro	5	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 03.CH
33	Bonè negro	6	<i>C. sativa</i> greffé	Chironico 04.CH
34	Bonè negro	7	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 02.CH
35	Bonè negro	8	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 11.CH
36	Bonè negro	9	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 12.CH
37	Bonè negro	10	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 13.CH
38	Berögna	1	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 07.CH
39	Berögna	2	<i>C. sativa</i> greffé	Lodrino 08.CH
40	Berögna	3	<i>C. sativa</i> greffé	Prosito 07.CH
41	Pinca	1	<i>C. sativa</i> greffé	Veizio 21.CH
42	Pinca	2	<i>C. sativa</i> greffé	Veizio 22.CH
43	Pinca	3	<i>C. sativa</i> greffé	Veizio 31.CH
44	sauvage	1	<i>C. sativa</i> : taillis	S. Antonino.CH
45	sauvage	2	<i>C. sativa</i> : taillis	S. Antonino.CH
46	sauvage	3	<i>C. sativa</i> : taillis	S. Antonino.CH
47	sauvage	4	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH
48	sauvage	5	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH
49	sauvage	6	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH
50	sauvage	7	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH
51	sauvage	8	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH
52	sauvage	9	<i>C. sativa</i> : taillis	Bellinzona.CH

## Analyse des données

Pour chacun des individus et pour chaque amorce, les bandes polymorphes sont notées par la note 1 pour les bandes présentes et 0 pour les bandes absentes. Pour les deux marqueurs utilisés, les dendrogrammes sont cons-

truits par la méthode UPGMA (*Unweighted Pair-Group with Arithmetic Averages*) fondée sur l'indice de similarité de Jaccard (SNEATH et SOKAL, 1973) en utilisant le programme d'analyse et de groupement <http://www.biology.ualberta.ca/jbrzusto> et ensuite visualisés avec le programme TREEVIEW.

L'analyse en coordonnées principales (PCoA) est réalisée à partir de la matrice de distance selon l'indice de Jaccard du progiciel R4 (Version Beta) (Philippe Casgrain et Pierre Legendre, Dpt de sciences biologiques, Université de Montréal). La corrélation entre les données de RAPD et AFLP est calculée à l'aide du test de Mantel (1967) basé sur le coefficient de similarité de Jaccard avec le progiciel R4 après 999 permutations aléatoires.

## Résultats et discussion

### Empreintes génétiques

Les deux techniques moléculaires utilisées dans cette étude ont permis de détecter des empreintes génétiques spécifiques pour les 52 individus étudiés. Les douze amorces de RAPD utilisées ont produit un total de 98 bandes polymorphes. Pour tous les génotypes, le nombre le plus élevé de bandes polymorphes est obtenu par l'amorce OPE-01 (10 bandes). En moyenne, huit bandes par amorce, d'une longueur de 1000 à 5000 pb, ont été produites. Pour la technique AFLP, les quatre amorces sélectives ont généré 222 fragments polymorphes avec une moyenne de 55 bandes polymorphes par amorce, d'une longueur comprise entre 50 et 350 pb.

### Polymorphisme inter- et intravariétal

Les deux dendrogrammes produits par les approches RAPD et AFLP (fig. 3 et 4) séparent les génotypes de *C. sativa* en deux groupes: le premier est formé des variétés à fruit, le second comprenant le taillis. Les mêmes résultats sont confirmés par les ACoP (fig. 5 et 6). Les résultats obtenus par RAPD et AFLP montrent aussi que les variétés suisses sont génétiquement très proches. Ce résultat pourrait trouver son origine dans la sélection indépendante des variétés cultivées exclusivement pour la production de fruit, d'une part, et des rejets de taillis utilisés pour la production du bois, d'autre part. Plus difficile à expliquer est le manque de différenciation entre les variétés fruitières qui ne peuvent presque pas être discriminées par les analyses génétiques. Des résultats similaires ont aussi été rapportés par FINESCHI *et al.* (1993), qui avec la technique des RAPDs avaient pu détecter des empreintes génétiques spécifiques pour tous les individus analysés, sans pouvoir les regrouper dans les cultivars d'origine.

D'une façon plus générale, l'homogénéité génétique entre les cultivars suisses peut être expliquée, aussi, par l'origine commune du châtaignier et de sa culture au sud des Alpes de la Suisse (CONEDERA *et al.*, 2004).

Les douze amorces de RAPD et les quatre amorces d'AFLP utilisées dans ce travail nous ont permis d'étudier la variabilité génétique intravariétale et de classer les individus de chaque variété dans plusieurs groupes séparés, avec quelques exceptions.

Les analyses des dendrogrammes de

RAPD et AFLP montrent une certaine ressemblance dans le groupement des individus de chaque variété mais avec quelques différences. Cette complémentarité entre les deux méthodes dans le groupement des cultivars a été confirmée par une corrélation significative entre les deux types de marqueurs ( $r = 0,78$ ). Des études antérieures en génétique des populations ont montré une corrélation élevée entre les données de RAPD et de AFLP (POWELL *et al.*, 1996; RENGANAYAKI *et al.*, 2001). Les deux marqueurs sont dominants mais,

dans notre étude, l'AFLP produit un plus grand nombre de bandes polymorphes que le RAPD (222 vs. 98). Ces deux marqueurs nous ont également permis de résoudre quelques problèmes de synonymie. Par exemple, le cas de Bonè negro 07 qui est suspecté d'appartenir à la variété Lüina.

Il est important de noter que les résultats des arbres phénétiques et ceux des ACoP discriminent bien les individus de Verdanesa, Bonè negro et Lüina, à l'exception de quelques individus qui se classent en dehors des groupes: deux

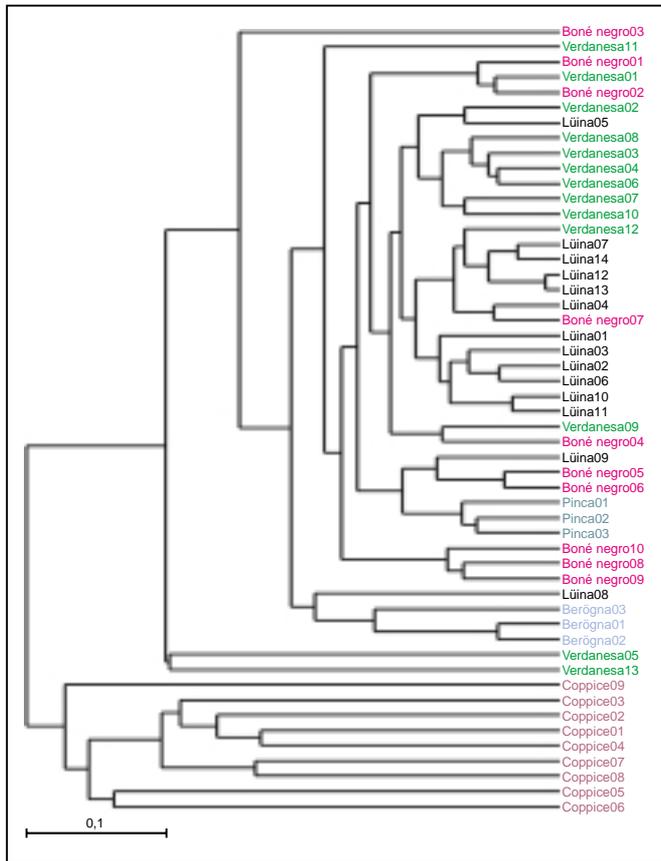


Fig. 3. Dendrogramme obtenu par la méthode RAPD (basé sur le coefficient de similarité de Jaccard).

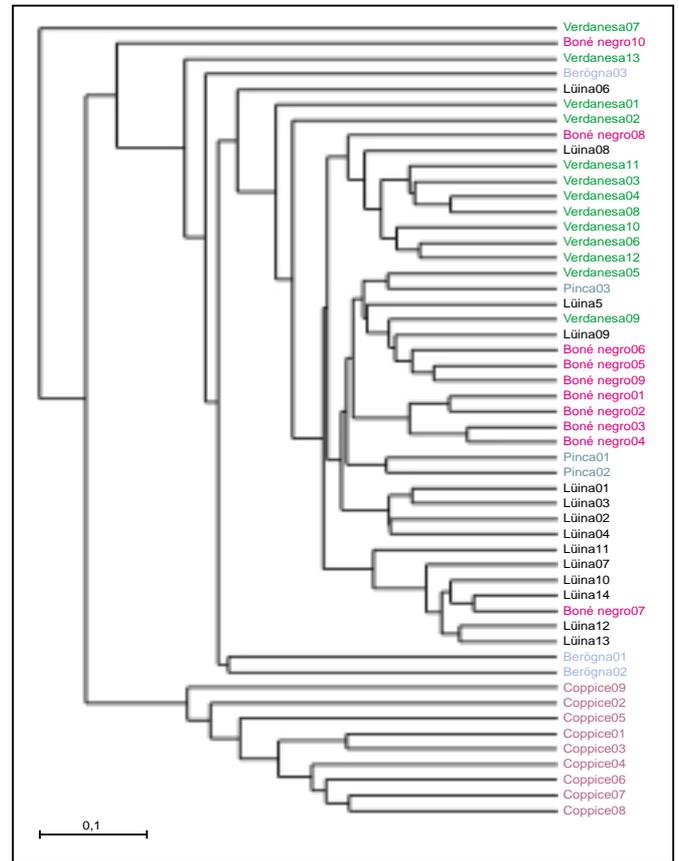


Fig. 4. Dendrogramme obtenu par la méthode AFLP (basé sur le coefficient de similarité de Jaccard).

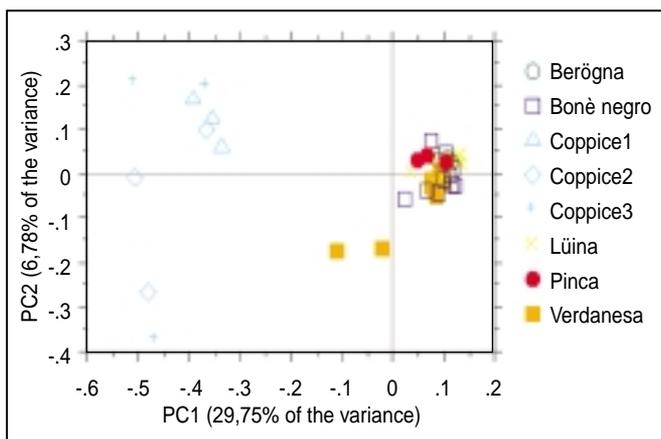


Fig. 5. Analyse en coordonnées principales basée sur les données du RAPD.

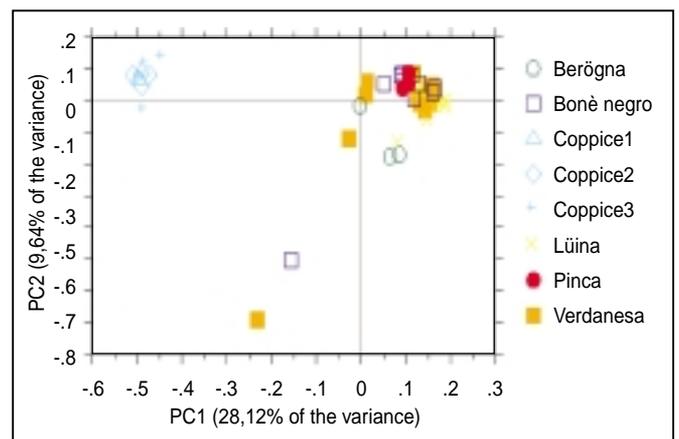


Fig. 6. Analyse en coordonnées principales basée sur les données de l'AFLP.

individus de Verdanesa par RAPD, un individu de Verdanesa et un individu de Bonè negro par AFLP. Ces résultats peuvent être expliqués par l'existence de variétés polyclonales au sud des Alpes. La variété Verdanesa a une large distribution géographique; en plus, elle peut être propagée par semis direct de la graine et non pas exclusivement par greffe (CONEDERA *et al.*, 1994).

Dans nos conditions d'expérimentation, la méthode basée sur le RAPD paraît plus adaptée et plus reproductible pour la discrimination et le groupement des individus de chaque variété que celle de l'AFLP. En outre, cette technique est moins coûteuse, est facile à utiliser et permet de gagner du temps par rapport à celle de l'AFLP.

## Conclusions

Les expériences effectuées au cours de ce travail permettent de mettre en évidence les points suivants:

- les marqueurs RAPD et AFLP laissent espérer la mise au point d'empreintes génétiques spécifiques permettant d'identifier chaque individu de châtaignier;
- l'analyse des AFLP a permis de révéler plus de bandes polymorphes que celle des RAPD (222 vs. 98 bandes);
- la technique RAPD paraît plus adaptée pour grouper les individus de chaque variété étudiée que celle de l'AFLP;
- les variétés fruitières de châtaignier du sud des Alpes suisses sont génétiquement très homogènes.

Les perspectives ouvertes par nos présents résultats devront être confirmées en utilisant un plus grand nombre d'amorces et en élargissant le spectre des variétés autochtones étudiées. Le recours à d'autres méthodes d'analyse génétique, comme le séquençage de locus très polymorphes, pourrait offrir aussi une alternative aux techniques RAPD et AFLP.

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent à MM. R. Guadagnuolo et Y. Yong-Ming de l'Université de Neuchâtel (Laboratoire de botanique évolutive) pour leur précieuse collaboration et leur intérêt porté à cette étude. Notre gratitude s'exprime également à tous nos collègues du service de culture *in vitro* pour leur aide précieuse permettant le bon déroulement de ce travail.

## Bibliographie

- BOTTA R., AKKAK A., MARINONI D., BOUNOUS G., KAMPFER S., STEINKELLNER H., 1999. Evaluation of microsatellites markers for characterizing chestnut cultivars. *Acta Horticulturae* **494**, 277-280.
- CASASOLI M., MATTIONI C., CHERUBINI M., VILLANI F., 2001. A genetic linkage map of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) based on RAPD, ISSR and isozyme markers. *Theor. Appl. Genet.* **102**, 1190-1199.
- CERVERA M. T., GUSMAO J., STEENACKERS M., VAN GYSEL A., 1996. Application of AFLP™-based molecular markers to breeding of *Populus* spp. *Plant Growth Regulation* **20**, 47-52.
- CONEDERA M., MÜLLER-STARCK G., FINESCHI S., 1993. Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. (I) Inventory of chestnut varieties: History and perspectives. Proceedings of the International congress on chestnut. Spoleto, Italy, 299-302.
- CONEDERA M., 1994. Inventario e caratterizzazione genetica delle varietà nostrane di castagno da frutto. *Boll. Soc. tic. Scie. nat.* **94**, 212-228.
- CONEDERA M., 1998. Les variétés de châtaignes du sud des Alpes en Suisse. *Fruits* **97**, 1-2.
- CONEDERA M., JERMINI M., SASSELLA A., 1997. Nouvelles perspectives pour la culture du châtaignier au sud des Alpes. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **29**, 1-7.
- CONEDERA M., KREBS P., TINNER W., PRADELLA M., TORRIANI D., 2004. The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe: from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany* **13**, 161-179.
- FINESCHI S., 1988. Short note: Genetics of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) II. Uniformity of Isozyme phenotypes in grafted orchards. *Silvae Genetica* **37**, 82-83.
- FINESCHI S., TAURCHINI D., MÜLLER-STARCK G., CONEDERA M., 1993. Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. (III) Analysis of RAPDs molecular markers. Proceedings of the international congress on chestnut. Spoleto, Italy, 309-313.
- FINESCHI S., TAURCHINI D., VILLANI F., VENDRAMIN G. G., 2000. Chloroplast DNA polymorphism reveals little geographical structure in *Castanea sativa* Mill. (*Fagaceae*) throughout southern European countries. *Molecular Ecology* **10**, 1495-1504.
- FRASCARIA N., LEFRANC M., 1992. Le commerce de la châtaigne: un nouvel aspect dans l'étude de la différenciation génétique de populations de châtaigniers (*Castanea sativa* Mill.) en France. *Ann. Sci. for.* **49**, 75-79.
- GALDERISI U., CIPOLLARO M., DI BERNARDO G., DE MASI L., GALANO G., CASCINO A., 1998. Molecular typing of Italian sweet chestnut cultivars by random amplified polymorphic DNA analysis. *J. Hortic. Sci. Biotech.* **73**, 259-263.
- GOULÃO L., VALDIVIÉSSO T., SANTANA C., MONIZ OLIVEIRA C., 2001. Comparison between phenetic characterisation using RAPD and ISSR markers and phenotypic data of cultivated chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Genetic Resources and Crop Evolution* **48**, 329-338.
- LIEUTAGHI P., 1969. Le livre des arbres, arbustes et arbrisseaux. Robert Morel éditeur. Vol. A., 370-390.
- LURASCHI P., MOTTIS P., PLOZZA L., 1994. Differenziazione di varietà di castagno europeo (*Castanea sativa* Mill.) in base alla morfologia fogliare. Travail de diplôme EPFZ, Zurich.
- MALVOLI M. E., FINESCHI S., 1987. Analysis of enzyme systems in Chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Genet. Agr.* **41**, 243-256.
- MANTEL N., 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res.* **27**, 209-220.
- MÜLLER-STARCK G., CONEDERA M., FINESCHI S., 1993. Genetic characterization of cultivated varieties of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Southern Switzerland. (II). Genetic inventory based on enzyme gene markers. Proceedings of the International Congress on Chestnut. Spoleto, Italy, 303-307.
- ORAGUIE N. C., PATERSON A. M., MCNEIL D. L., 1999. Origin and relationships of New-Zealand chestnut (*Castanea* sp. *Fagaceae*) selections reflect patterns of graft failure. *Plant Syst. Evol.* **218**, 193-204.
- PEREIRA-LORENZO S., FERNANDEZ-LOPEZ J., MORENO-GONZALEZ, 1996. Variability and grouping of Northwestern Spanish Chestnut cultivars. II. Isoenzyme traits. *J. Amer. Soc. Hort. Science* **121**, 190-197.
- PEREIRA M. J., CASTRO L. F., TORREA-PEREIRA J. M., LORENZO S. P., 1999. Isozyme polymorphisms in Portuguese chestnut cultivars. *Acta Horticulturae* **494**, 283-286.
- PITTET J. R., 1986. Terres de Castanide. Hommes et paysages du châtaignier de l'Antiquité à nos jours. Librairie Arthème Fayard, Paris, 479 p.
- POREBSKI S., BAILEY G., BAUM R. B., 1997. Modification of a CTAB DNA extraction protocol for plants containing high polysaccharide and polyphenol components. *Plant molecular Biology Reporter* **15**, 8-15.
- POWELL W., MORGANTE M., ANDRE C., HANAFFEY M., VOGEL J., TINGEY S., RAFALSKI A., 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol. Breeding* **2**, 225-238.
- RENGANAYAKI K., READ J. C., FRITZ A. K., 2001. Genetic diversity among Texas bluegrass genotypes (*Poa arachnifera* Torr.) revealed by AFLP and RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* **102**, 1037-1045.
- RUDOW A., CONEDERA M., 2001. Blüte und Sortenerkennung bei der Edelkastanie (*Castanea sativa* Mill.) auf der Alpensüdseite der Schweiz. *Bot. Helv.* **111**, 1-23.
- SNEATH P. H. A., SOKAL R. R., 1973. Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 000 p.
- YAMAMOTO T., SHIMADA T., KOTOBUKI K., MORIMOTO Y., YOSHIDA M., 1998. Genetic characterization of Asian chestnut varieties assessed by AFLP. *Breeding Science* **48**, 359-363.

## Riassunto

### Identificazione molecolare delle varietà di castagno in Svizzera

In questo lavoro sono state utilizzate due tecniche molecolari – RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) e AFLP (*Amplified Fragment Length polymorphism*) – su varietà da frutto di castagno in Svizzera allo scopo di individuare marcatori specifici per una loro identificazione. La tecnica RAPD ha permesso di amplificare 98, l'AFLP 222, utilizzando rispettivamente 12 e 4 primers.

Le analisi dei raggruppamenti e delle componenti principali dei due marcatori hanno evidenziato la possibilità di distinguere tra le varietà da frutto e i polloni da ceduo, mentre la determinazione univoca delle singole varietà non è stata possibile.

I risultati delle due tecniche sono comparabili e mostrano una correlazione significativa tra di loro ( $r = 0,78$ ).

## Zusammenfassung

### Genetische Identifikation von schweizer Kastaniensorten (*C. sativa* Mill.) mittels RAPD und AFLP Marker

Diese Studie beschreibt zwei molekulare Analysetechniken RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) und AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*), mit denen spezifische Marker gefunden wurden, welche die genetische Identifikation von schweizerischen Kastaniensorten ermöglichen. Mit RAPD und AFLP konnten mittels 12 bzw. 4 Primer 98 resp. 222 polymorph Markerbanden gefunden werden. Durch die Clusteranalyse und die Übertragung der beiden Marker ins Koordinatensystem konnten die Frucht-Sorten von der wilden Stockausschlägen diskriminiert werden. Die eindeutige Bestimmung einzelner Sorten war dagegen nicht möglich. Die molekularen Ergebnisse der beiden Markern sind vergleichbar. Zwischen RAPD und AFLP wurde eine signifikante Korrelation ( $r = 0,78$ ) gefunden.

## Summary

### Identification of Chestnut (*C. sativa* Mill.) cultivars using RAPD and AFLP markers in Switzerland

This study focuses on the use of two molecular analysis techniques including RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) and AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) in view to provide specific markers for the genetic characterisation of chestnut cultivars in Ticino (Switzerland). 98 and 222 polymorphic bands were amplified through RAPD and AFLP by using 12 and 4 primer combinations respectively. Clustering and principal coordinates analysis upon the two markers allowed to separate the varieties and the coppice sprouts into two clear groups. Identification at cultivar level, however, was not possible. Results obtained with the two molecular markers are comparable. A high significant correlation between RAPD and AFLP data ( $r = 0.78$ ) was found as well.

**Key words:** *Castanea sativa* Mill., chestnut, molecular markers, RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*), AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*).



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

**SOL-CONSEIL** • Changins • CP 188 • 1260 Nyon 1  
Tél. 022 363 43 04 • Fax 022 363 45 17  
E-mail: sol.conseil@rac.admin.ch



## VOTRE SPÉCIALISTE POUR:

- CUVES INOX 316
- TUYAUX À VIN
- MONTAGE DE RACCORDS
- PRODUITS ŒNOLOGIQUES
- VERRERIE DE LABORATOIRE



Nouveau dépositaire **Garbagas**

# CHS CUÉNOUD SA

www.cuenoud.ch

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

# PEPINIÈRES DEFAYES

PEPINIÈRES VITICOLES  
JEAN-JACQUES DEFAYES

CH-1912 LEYTRON-VS

TEL. 027 306 20 24

*La pépinière, une affaire de confiance.*

## A VENDRE Cause décès

- Chenillette Geier 40 CV
- Turbo axial Geier
- Ecimeuse Binger
- Elévateur FL 8/18
- Rotobêche Celli NX
- Semoir

Tél. 079 470 94 72 ou 078 689 66 08

# Essai de défeuillage de la zone des grappes sur Merlot au Tessin

## Effets sur la qualité des raisins et des vins

F. MURISIER et M. FERRETTI<sup>1</sup>, Agroscope RAC Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully

 E-mail: [francois.murisier@rac.admin.ch](mailto:francois.murisier@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 560.

### Résumé

De 1999 à 2003, un essai de défeuillage de la zone des grappes a été réalisé à fin juillet (début véraison) sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Gudo (Tessin), avec le cépage Merlot. Deux variantes, avec et sans défeuillage, ont été comparées sur deux systèmes de conduite (espalier en Guyot simple et double). Les contrôles ont été faits au niveau agronomique, analytique et organoleptique. Des vinifications comparatives ont été réalisées pour chacune des années d'essai. Avec des rendements identiques, la teneur en sucre des moûts n'a pas été influencée par le défeuillage. Dans les variantes défeuillées, le pH tendait à être plus élevé et les acidités totale et malique des moûts plus basses. Au niveau de l'analyse des vins en bouteilles, les polyphénols totaux, les anthocyanes et l'intensité de la couleur ont été systématiquement plus élevés dans les variantes défeuillées. Les vins des variantes défeuillées ont été légèrement préférés à la dégustation, avec des différences marquées en 1999, 2002 et 2003.



Fig. 1. Vignoble de Gudo (TI). Vue générale de la parcelle d'essai de défeuillage sur Merlot.

## Introduction

Le défeuillage de la zone des grappes est une technique de plus en plus pratiquée dans le vignoble suisse. Cette extension est liée en particulier à l'arrivée sur le marché de machines à défeuiller très performantes, même si de nombreux producteurs pratiquent toujours le défeuillage à la main. Le principal objectif est d'aérer la zone des grappes pour favoriser l'application des produits phytosanitaires et réduire les risques de développement du botrytis. De nombreux travaux ont montré que l'activité photosynthétique des feuilles principales demeurerait élevée durant environ

cent jours avant de décroître avec l'âge (INTRIERI *et al.*, 1992; KOBLET *et al.*, 1995; PONI *et al.*, 1994; SCHULTZ *et al.*, 1996; ZUFFEREY *et al.*, 1999). Certains auteurs mentionnent que la suppression de feuilles accroît l'activité photosynthétique des feuilles restantes (CANDOLFI-VASCONCELOS, 1990; HUNTER *et al.*, 1995; IACONO *et al.*, 1995; INTRIERI *et al.*, 1997). Sur le plan pratique, il est admis que la suppression des feuilles principales de la zone des grappes, au moment de la véraison, n'exerce pas d'incidence négative sur l'activité photosynthétique de la plante entière, surtout si le rapport feuille-fruit est supérieur à 1 m<sup>2</sup> de surface foliaire exposée (SFE) par m<sup>2</sup> de sol (MURISIER, 1996) et si la part des feuilles d'entrecœurs est élevée. Ces

dernières, physiologiquement plus jeunes, compensent la réduction d'activité des feuilles principales en fin de saison (KOBLET et PERRET, 1971; ZUFFEREY et MURISIER, 2002). Les effets du défeuillage sur le microclimat des grappes et sur la qualité des raisins et des vins ont déjà été analysés par de nombreux auteurs (BERTAMINI et IACONO, 1994; BONIFACE et DUMARTIN, 1977; CARBONNEAU *et al.*, 1977; RAZUNGLES *et al.*, 2000; REYNOLDS et WARDLE, 1989; SCHNEIDER, 1985; SMART, 1985; SMART *et al.*, 1990).

Agroscope RAC Changins conduit depuis quelques années des essais sur cépages blancs (MAIGRE, 2004) pour étudier l'effet du défeuillage sur le microclimat des grappes et sur la qualité des raisins et des vins.

<sup>1</sup>Centro di Cadenazzo, CH-6594 Contone.

Pour les cépages rouges, un premier essai a été réalisé sur Merlot au Tessin, avant tout pour connaître l'effet de cette technique sur la qualité des raisins et des vins. Cette expérimentation est présentée ici.

## Matériel et méthodes

### Dispositif expérimental

L'essai de défeuillage a été effectué de 1999 à 2003 sur le cépage Merlot, clone 36-16, greffé sur 3309C et planté en 1983 dans le vignoble expérimental de Gudo (Tessin). Le sol de Gudo est léger, avec 73% de sable et seulement 6% d'argile. Il est riche en matière organique (6,2%) et son pH est acide (5,5). A Gudo, la température moyenne annuelle est de 12,1 °C et les précipitations sont élevées (1666 mm). L'essai a été mis en place sur une parcelle conduite en banquettes suivant les courbes de niveau avec un rang de vigne par banquette et un seul plan de palissage. La pente du terrain est d'environ 40% (fig. 1).

Les caractéristiques expérimentales de la parcelle figurent dans le tableau 1. Deux variantes, l'une défeuillée à fin juillet (début véraison) et l'autre non défeuillée, ont été comparées sur deux systèmes de conduite: espalier en Guyot simple et double. Le réglage de la récolte a été effectué chaque année, à l'exception de 2002 (tabl. 1). La surface externe du couvert végétal (SECV),

qui donne une bonne approximation de la surface foliaire exposée potentielle (MURISIER, 1996), était de 1,2 m<sup>2</sup> par m<sup>2</sup> de sol. Après défeuillage, la SECV n'atteignait plus que 0,94 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de sol. En ce qui concerne les travaux en vert, les entrecoeurs de la zone des grappes ont été éliminés après la floraison pour l'ensemble des variantes, puis le défeuillage a été réalisé manuellement à fin juillet (début véraison) en supprimant, des deux côtés de la végétation, les trois ou quatre premières feuilles principales de la base des rameaux (fig. 2 et 3).

Pour chaque système de conduite, l'essai comprenait quatre répétitions en blocs randomisés.

### Contrôles

Sur le plan agronomique, les contrôles ont porté sur le suivi de la maturation, le rendement, le poids de la baie, la teneur en sucre (°Oe), l'acidité totale, les acides malique et tartrique, ainsi que sur la teneur en azote assimilable des moûts (indice de formol). Aucune attaque importante de botrytis n'a été observée durant les cinq années d'expérimentation. Pour chaque année d'essai, deux vinifications, variantes avec et sans défeuillage, ont été réalisées en regroupant les répétitions et les deux systèmes de conduite (Guyot simple et double). Après égrappage, les moûts ont été sulfités à raison de 50 mg/l. Les moûts des deux variantes ont été amenés à la même teneur en sucre par chaptalisation, à raison de 0 à 1,5 kg de sucre par hectolitre, selon les années, pour obtenir un

volume d'alcool identique. Les remontages ont été faits par pigeage manuel. Le cuvage a été pratiqué jusqu'à la fin de la fermentation alcoolique qui a duré entre cinq et quinze jours selon les années. Après la fermentation malolactique, qui s'est terminée après quarante-cinq à soixante-huit jours selon les millésimes et les variantes, les vins ont été stabilisés chimiquement par ajout de SO<sub>2</sub> et physiquement par une mise au froid d'environ six semaines. En plus des analyses classiques sur les vins en bouteilles, les alcools supérieurs (2-3-méthyl-1-butanol et phényl-2-éthanol) ont été dosés par chromatographie en phase gazeuse. Après la mise en bouteilles en février-mars de l'année suivant la récolte, les vins ont été stockés durant deux mois avant d'être soumis au collège de dégustation d'Agroscope RAC Changins. Le 7 janvier 2004, les vins des millésimes 1999 à 2002 ont été à nouveau dégustés par le même collège pour connaître leur évolution au cours du temps.

## Résultats et discussion

### Rendement, teneur en sucre, acidité et azote des moûts (tabl. 2)

Les différences de rendement entre les variantes et les systèmes de conduite ont été faibles et rarement significatives. La richesse en sucre des moûts n'a pas été influencée par le défeuillage de la zone des grappes. Le pH tendait à être un peu plus élevé dans la variante défeuillée. L'acidité totale et l'acide malique tendaient à donner des valeurs plus basses dans les variantes défeuillées. Ces différences ne sont toutefois que rarement significatives. Aucun écart significatif n'est apparu dans les valeurs de l'acide tartrique et de l'indice de formol (azote des moûts) entre les variantes avec et sans défeuillage.

**Tableau 1. Caractéristiques expérimentales de la parcelle d'essai de défeuillage au vignoble expérimental de Gudo (TI).**

Variante	Système de conduite		Nombre de grappes supprimées par cep				
	Ecartement	Taille	1999	2000	2001	2002	2003
Défeuillé	235 × 75 cm	Guyot simple	1,5	3,0	2,0	0	4,0
	235 × 115 cm	Guyot double	4,0	4,5	2,0	0	5,0
Non défeuillé	235 × 75 cm	Guyot simple	1,5	3,0	2,0	0	4,0
	235 × 115 cm	Guyot double	4,0	4,5	2,0	0	5,0



Fig. 2. Essai de défeuillage sur Merlot à Gudo (TI). A gauche: variante défeuillée; à droite: variante non défeuillée.

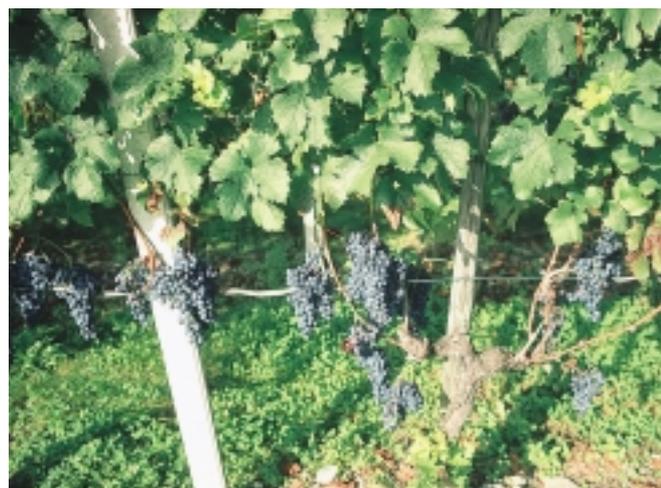


Fig. 3. Essai de défeuillage sur Merlot à Gudo (TI). Variante défeuillée (détail).

**Tableau 2. Essai de défeuillement sur Merlot à Gudo (TI). Rendement, teneur en sucre, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), acide malique. A = Guyot simple; B = Guyot double.**

Année	Variante	Rendement (kg/m <sup>2</sup> )		Sucre (°Oe)		pH		Acidité totale (g/l)		Acide malique (g/l)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
1999	Défeillé	1,13	1,17	80,6	80,8	3,44	3,43	6,4	6,4	3,0	2,8
	Non défeillé	1,03	0,93	79,6	80,7	3,41	3,39	6,7	6,8	3,3	3,1
	ppds (= 0,05)	n.s.	0,05	n.s.	n.s.	0,02	n.s.	0,2	n.s.	n.s.	n.s.
2000	Défeillé	0,98	1,05	88,9	89,1	3,50	3,52	5,6	5,4	2,6	2,5
	Non défeillé	1,05	1,01	88,3	88,9	3,49	3,51	5,6	5,7	2,7	2,7
	ppds (= 0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2001	Défeillé	0,72	0,69	88,9	88,8	3,48	3,44	6,5	6,7	3,3	3,3
	Non défeillé	0,87	0,69	87,5	88,8	3,46	3,46	6,9	6,8	3,6	3,4
	ppds (= 0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,3	n.s.	n.s.	n.s.
2002	Défeillé	0,83	0,88	86,0	85,8	3,45	3,42	6,7	6,9	4,0	4,1
	Non défeillé	0,95	0,84	85,0	85,7	3,40	3,41	7,2	7,1	4,4	4,3
	ppds (= 0,05)	0,08	n.s.	n.s.	n.s.	0,03	n.s.	0,4	n.s.	n.s.	n.s.
2003	Défeillé	0,72	0,71	98,1	99,3	3,66	3,63	4,3	4,2	1,8	1,7
	Non défeillé	0,82	0,71	98,2	100,0	3,60	3,60	4,6	4,4	2,0	1,8
	ppds (= 0,05)	0,05	n.s.	n.s.	n.s.	0,05	n.s.	n.s.	0,1	n.s.	n.s.
Ø 99-03	Défeillé	<b>0,88</b>	<b>0,90</b>	<b>88,5</b>	<b>88,8</b>	<b>3,50</b>	<b>3,49</b>	<b>5,9</b>	<b>5,9</b>	<b>2,9</b>	<b>2,9</b>
	Non défeillé	<b>0,95</b>	<b>0,84</b>	<b>87,7</b>	<b>88,7</b>	<b>3,47</b>	<b>3,47</b>	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>
	ppds (= 0,05)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,02	n.s.	0,2	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif.

## Analyses des vins (tabl. 3)

L'analyse faite sur les vins en bouteilles a montré que les volumes d'alcool entre les variantes étaient identiques, que les différences de pH et d'acidité totale observées dans les moûts n'apparaissent plus dans les vins.

Les différences les plus intéressantes résidaient dans les teneurs en polyphénols. L'indice des polyphénols totaux était systématiquement plus élevé dans les variantes avec défeuillement. De même, pour les anthocyanes et l'intensité colorante, les valeurs étaient plus hautes dans les variantes défeuillées, à l'exception de l'année 1999. Aucun écart marqué n'a été constaté dans les teneurs en alcools

supérieurs, avec toutefois, en moyenne, des valeurs légèrement plus élevées dans les variantes avec défeuillement.

## Analyses organoleptiques

Des deux dégustations effectuées en mai de l'année suivant la récolte (tabl. 4) et en janvier 2004 (tabl. 5), il ressort que, en moyenne des années, les vins de la variante défeillée ont été légèrement préférés à ceux provenant de la variante sans défeuillement. Dans la note d'impression générale attribuée aux vins dégustés en 2004 (fig. 4), la préférence a été donnée aux vins de la variante défeillée, trois années sur cinq (1999,

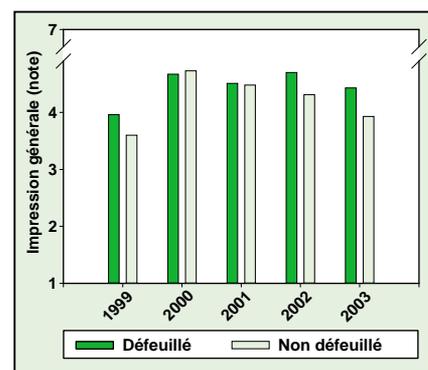


Fig. 4. Essai de défeuillement sur Merlot à Gudo (TI). Note d'impression générale des vins donnée à la dégustation de janvier 2004 (millésimes 1999 à 2002) et de mai 2004 (millésime 2003). Echelle croissante de qualité allant de 1 à 7.

**Tableau 3. Essai de défeuillement sur Merlot à Gudo (TI). Alcool, pH, acidité totale (exprimée en acide tartrique), composés phénoliques et alcools supérieurs des vins en bouteilles.**

Année	Variante	Alcool (%)	pH	Acidité totale (g/l)	Polyphénols totaux (DO 280)	Anthocyanes (mg/l)	Intensité de la couleur	2-3-méthyl-1-butanol (mg/l)	Phényl-2-éthanol (mg/l)
1999	Défeillé	11,6	3,91	3,9	39,1	348	5,3	263	50
	Non défeillé	11,5	3,86	4,0	37,9	369	4,1	293	54
2000	Défeillé	12,6	3,85	4,0	46,9	585	7,0	385	81
	Non défeillé	12,6	3,87	3,9	43,2	518	6,2	362	81
2001	Défeillé	12,2	3,84	4,1	45,3	633	7,1	316	64
	Non défeillé	12,3	3,88	3,9	43,5	600	7,1	315	61
2002	Défeillé	12,3	3,93	3,8	45,3	641	6,3	238	37
	Non défeillé	12,3	3,96	3,8	42,3	577	5,7	224	34
2003	Défeillé	13,2	4,02	3,8	43,7	532	5,7	364	76
	Non défeillé	13,2	4,02	3,8	40,8	485	5,1	354	74
Ø 99-03	Défeillé	<b>12,4</b>	<b>3,91</b>	<b>3,9</b>	<b>44,1</b>	<b>548</b>	<b>6,3</b>	<b>313</b>	<b>61,4</b>
	Non défeillé	<b>12,4</b>	<b>3,92</b>	<b>3,9</b>	<b>41,5</b>	<b>510</b>	<b>5,6</b>	<b>310</b>	<b>60,7</b>

**Tableau 4. Essai de défeuillage sur Merlot à Gudo (TI). Dégustation en mai de l'année suivant la récolte.**

Année	Variante	Intensité colorante	Qualité des arômes	Structure en bouche	Intensité tannique	Qualité des tannins	Impression générale
1999	Défeuillé	5,14	4,58	4,61	4,60	4,49	4,56
	Non défeuillé	4,49	4,30	4,47	4,37	4,35	4,39
2000	Défeuillé	5,27	4,63	4,67	4,49	4,38	4,72
	Non défeuillé	4,95	4,54	4,50	4,38	4,62	4,69
2001	Défeuillé	5,41	4,35	4,61	4,51	4,30	4,60
	Non défeuillé	5,72	4,56	4,78	4,90	4,44	4,80
2002	Défeuillé	5,07	2,87	4,46	4,59	4,59	4,43
	Non défeuillé	4,85	3,17	4,48	4,54	4,40	4,39
2003	Défeuillé	5,15	4,07	4,59	4,55	4,55	4,43
	Non défeuillé	5,13	3,52	4,64	4,58	4,55	3,93
Ø 99-03	Défeuillé	<b>5,21</b>	<b>4,10</b>	<b>4,54</b>	<b>4,55</b>	<b>4,46</b>	<b>4,55</b>
	Non défeuillé	<b>5,03</b>	<b>4,02</b>	<b>4,57</b>	<b>4,55</b>	<b>4,47</b>	<b>4,44</b>

Note croissante d'intensité ou de qualité de 1 à 7.

**Tableau 5. Essai de défeuillage sur Merlot à Gudo (TI). Dégustation du 7 janvier 2004.**

Année	Variante	Intensité colorante	Qualité des arômes	Structure en bouche	Intensité tannique	Qualité des tannins	Impression générale
1999	Défeuillé	4,59	4,07	4,07	4,08	4,02	3,96
	Non défeuillé	3,97	3,85	3,80	3,65	3,82	3,60
2000	Défeuillé	5,00	4,79	4,54	4,61	4,59	4,67
	Non défeuillé	4,95	4,66	4,66	4,49	4,66	4,73
2001	Défeuillé	4,99	4,38	4,32	4,31	4,33	4,51
	Non défeuillé	5,03	4,44	4,40	4,38	4,41	4,48
2002	Défeuillé	5,13	4,55	4,53	4,34	4,54	4,70
	Non défeuillé	4,93	4,18	4,28	4,25	4,27	4,31
Ø 99-02	Défeuillé	<b>4,93</b>	<b>4,45</b>	<b>4,36</b>	<b>4,33</b>	<b>4,37</b>	<b>4,46</b>
	Non défeuillé	<b>4,72</b>	<b>4,28</b>	<b>4,24</b>	<b>4,19</b>	<b>4,29</b>	<b>4,28</b>

Note croissante d'intensité ou de qualité de 1 à 7.

2002 et 2003). En 2000, c'est le vin de la variante sans défeuillage qui a été légèrement préféré tandis qu'aucune différence ne pouvait être mise en évidence entre les vins de l'année 2001.

L'intensité colorante jugée visuellement à la dégustation a été, en moyenne, plus marquée dans les vins de la variante défeuillée. La même tendance a pu être observée pour la qualité des arômes, la structure en bouche, l'intensité et la qualité des tannins dans les vins dégustés après un à quatre ans de bouteille (tabl. 5).

## Discussion générale

Le défeuillage de la zone des grappes effectué à la véraison sur le cépage Merlot cultivé dans les conditions du Tessin n'a pas modifié la teneur en sucre des raisins. Ces résultats confir-

ment ceux qu'ont obtenus BONIFACE et DUMARTIN (1977) et CARBONNEAU *et al.* (1977), qui ont montré qu'un défeuillage effectué à la véraison n'exerçait pas d'effet négatif sur la richesse en sucre des raisins. Dans l'essai de Gudo, la SFE par kilogramme de raisin s'est élevée, en moyenne des années, à 1,34 m<sup>2</sup>/kg pour la variante non défeuillée et à 1,05 m<sup>2</sup>/kg pour la variante défeuillée. MURISIER (1996) a démontré que la valeur optimale de la SFE oscillait entre 1 et 1,2 m<sup>2</sup> par kilogramme de raisin. Les valeurs suffisantes de la SFE de l'essai peuvent expliquer que le défeuillage n'ait pas eu d'effet négatif sur la teneur en sucre du raisin, les feuilles principales de la base du rameau ayant de toute façon une activité photosynthétique réduite dès la véraison.

La réduction de l'acidité totale et de l'acide malique observée dans les moûts de la variante défeuillée a été également mentionnée par CARBONNEAU *et al.*

(1977), par BERTAMINI et IACONO (1994) dans des essais sur Chardonnay, ainsi que par BONIFACE et DUMARTIN (1977) sur Merlot.

L'amélioration des composés phénoliques, en particulier des anthocyanes, a également été observée par CARBONNEAU *et al.* (1977) et par IACONO *et al.* (1995) sur Cabernet Sauvignon. Cet effet favorable se retrouve dans la couleur des vins.

Dans les conditions de Gudo, il n'a pas été possible de vérifier l'effet du défeuillage sur le développement du botrytis, aucun dégât significatif n'ayant été observé dans la parcelle au cours des cinq années d'essai.

En définitive, le défeuillage de la zone des grappes s'étant révélé plutôt favorable à la qualité organoleptique des vins, la suppression de feuilles dans la zone des grappes au début de la véraison peut être recommandée sur le cépage Merlot dans les conditions du Tessin, à plus forte raison si les risques d'attaque de botrytis sont élevés.

## Conclusions

- ❑ Le défeuillage de la zone des grappes effectué au début de la véraison sur Merlot au Tessin n'a pas exercé d'effet négatif sur la teneur en sucre des raisins.
- ❑ Le défeuillage a, par contre, réduit l'acidité totale et l'acide malique des moûts et amélioré la richesse en composés phénoliques (surtout en anthocyanes) des vins.
- ❑ L'amélioration de la couleur des vins due au défeuillage a été confirmée visuellement à la dégustation.
- ❑ Globalement, le défeuillage a eu tendance à améliorer la qualité des vins.
- ❑ La pratique du défeuillage de la zone des grappes au début de la véraison peut être recommandée sur le cépage Merlot au Tessin.

## Remerciements

Toutes les équipes de la section de viticulture et d'œnologie d'Agroscope RAC Changins et de la viticulture du Centre de Cadenazzo qui ont participé à cette expérimentation à la vigne, à la cave et au laboratoire sont vivement remerciées de leur collaboration.

## Bibliographie

- BERTAMINI M., IACONO F., 1994. Effect of upward shoot growth on vegetative development, yield and must composition: influence of pruning level and basal leaf removal (cv. Chardonnay). C. R. 7<sup>e</sup> GESCO, Valladolid, Espagne, 106-111.
- BONIFACE J.-C., DUMARTIN P., 1977. Influence de l'effeuillage et du niveau de rognage sur le développement du botrytis et la qualité de la vendange. C. R. Symposium sur la qualité de la vendange. Cape Town, Afrique du Sud, 403-408.
- CANDOLFI-VASCONCELOS M. C., 1990. Compensation and stress recovering related to leaf removal in *Vitis vinifera* L. Diss. EPF Zurich, 59 p.
- CARBONNEAU A., LECLAIR PH., DUMARTIN P., CORDEAU J., ROUSSEL C., 1977. Etude de l'influence chez la vigne du rapport «partie végétative/partie productive» sur la production et la qualité des raisins. *Conn. Vigne* 2, 105-113.
- HUNTER J. J., RUFFNER H. P., VOLSCHENK C. G., LE ROUX D. J., 1995. Partial defoliation of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon/99 Richter: effect on root growth, canopy efficiency, grape composition and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 46 (3), 306-314.
- IACONO F., BERTAMINI M., SCIENZA A., COLOMBE B. G., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon. Leaf gas exchange, photosynthetic electron transport rate and sugar accumulation in berries. *Vitis* 34 (4), 201-206.
- IACONO F., PORRO D., SCIENZA A., STRINGARI G., 1995. Differential effects of canopy manipulation and shading of *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon: Plant nutritional status. *Journal of Plant Nutrition* 18 (9), 1785-1796.
- INTRIERI C., PONI S., SILVESTRONI O., FILIPETTI I., 1992. Leaf age, leaf position and photosynthesis in potted grapevine. *Adv. Hort. Sci.* 6, 23-27.
- INTRIERI C., PONI S., REBUCCI B., MAGNANINI E., 1997. Effects of canopy manipulations on whole-vine photosynthesis: Results from pot and field experiments. *Vitis* 36 (4), 167-173.
- KOBLET W., PERRET P., 1971. Kohlenhydratwanderung in Geiztrieben von Reben. *Weinwissenschaft* 26, 202-271.
- KOBLET W., CANDOLFI-VASCONCELOS M. C., KELLER M., 1995. Capacity for stress compensation in grapevines. C. R. GESCO, Vairö, Portugal, 3-9.
- MAIGRE D., 2004. Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. I. Influence sur le microclimat des grappes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 36 (3), 165-172.
- MURISIER F., 1996. Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Relation entre le rendement et la chlorose. Thèse EPF Zurich, 132 p.
- PONI S., INTRIERI C., SILVESTRONI O., 1994. Interactions of leaf age, fruiting and exogenous cytokinins in Sangiovese grapevines under non irrigated conditions. I. Gas exchange. *Am. J. Enol. Vitic.* 45 (1), 71-78.
- RAZUNGLES A., BUREAU S., BAUMES R., 2000. Effet de l'ombrage respectif des ceps et des grappes de Muscat sur leurs teneurs en composés volatils libres et glycolysés et en précurseurs d'arômes carbonoydiques. C. R. 3<sup>e</sup> Sympos. Intern. Zonificación Vitivinícola, Tenerife, Espagne.
- REYNOLDS A. G., WARDLE D. A., 1989. Impact of various canopy manipulation techniques on growth, yield, fruit composition and wine quality of Gewürztraminer. *Am. J. Enol. Vitic.* 4, 121-129.
- SCHNEIDER C., 1985. Influence de la suppression des entrecoeurs de souches de vigne sur le microclimat lumineux et la récolte. *Conn. vignes Vin* 19 (1), 17-30.

## Summary

### Trial on leaf removal in the zone of grape bunch of Merlot grapevines in Ticino, Switzerland. Effects on the quality of grapes and wines

Between 1999 and 2003, a trial on leaf removal Merlot grapevines in the zone of grape bunch growth at end of July (beginning of ripening) was conducted on the experimental estate of the Agroscope RAC Changins in Gudo (Ticino), Switzerland. Two variations, with and without defoliation, were compared on two types of training system (single and double «Guyot» lattice-trained vines). Agronomic, analytical and organoleptic tests were effected. Comparative vinifications were carried out each year of the trial. At identical yields, must sugar content was not influenced by defoliation. The pH, total acidity and malic acid contents of musts tended to be higher (pH) and lower (acidity) in the defoliated variants. Analysis of bottled wines showed that total polyphenols, anthocyanins and colour intensity were systematically higher in the wines from defoliated variants. The same wines were also tendentially preferred by wine tasters, with significant differences in 1999, 2002 and 2003.

**Key words:** grapevine, leaf removal, must and wine composition, wine quality.

## Zusammenfassung

### Probe der Entblätterung der Traubenzone auf der Rebsorte Merlot. Effekte auf der Traube- und Weinqualität

Vom 1999 bis 2003 wurde eine Entblätterungsprobe der Zone der Trauben, Ende Juli (beginnende Beerenreife), im Versuchsweinberg von Agroscope RAC Changins in Gudo (Tessin), auf die Rebsorte Merlot durchgeführt. Zwei verschiedenen Varianten, mit und ohne Entblätterung, sind betrachtet worden. Diese beiden Varianten wurden auf zwei Erziehungssysteme geprobt: einfach Guyot und doppelt Guyot. Man hat agronomische, analytische und organoleptische Kontrolle durchgeführt. Jedes Jahr war die Vinifikation der beiden Varianten verglichen. Mit gleichen Produktionsmengen wurde den Zuckergehalt des Mostes von der Entblätterungsvariante nicht beeinflusst. pH der Variante mit Entblätterung hatten die Tendenz höher, bzw. die Gesamtsäure und die Apfelsäure niedriger zu sein. Die Analysen von Polyphenolen, Antozyane und Farbtintensität, die auf den abgefüllten Wein durchgeführt wurden, gaben systematisch höhere Werte für die Variante Entblätterung. Bei der Weinverkostung wurden die Weine der Variante mit Entblätterung vorgezogen, mit betonten Unterschiede für die Jahrgänge 1999, 2002 und 2003.

## Riassunto

### Prova di sfogliatura della zona dei grappoli su Merlot in Ticino. Effetti sulla qualità dell'uva e del vino

Dal 1999 al 2003, una prova di sfogliatura della zona dei grappoli, effettuata a fine luglio (inizio invaiatura), è stata realizzata nel vigneto sperimentale dell'Agroscope RAC Changins a Gudo (Ticino) sul vitigno Merlot. Due varianti sono state considerate, con e senza sfogliatura, frontate su due forme d'allevamento (spalliera Guyot semplice e doppio). I controlli sono stati effettuati a livello agronomico, analitico e organoleptico. Delle vinificazioni comparative sono state eseguite per tutti gli anni di prova. Con pari produzioni, il tenore in zucchero nei mosti non è stato influenzato dalla sfogliatura della zona dei grappoli. Il pH, l'acidità totale e l'acido malico dei mosti hanno tendenza ad essere più elevati (pH) e più bassi (acidità) nella variante con sfogliatura. L'analisi dei polifenoli totali, degli antociani e dell'intensità del colore eseguita sui vini in bottiglia ha evidenziato dei valori sistematicamente più elevati nella variante con sfogliatura. Nel corso delle sessioni d'assaggio, i vini della variante sfogliata sono stati tendenzialmente preferiti, con delle differenze marcate nelle annate 1999, 2002 e 2003.

- SCHULTZ H. R., KIEFER W., GRUPPE W., 1996. Photosynthetic duration, carboxylation efficiency and stomatal limitation of sun and shade leaves of different ages in field-grown grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* 35 (4), 169-176.
- SMART R. E., 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. *Am. J. Enol. Vitic.* 36, 230-239.
- SMART R. E., DICK J. K., GRAVETT I. M., FISHER B. M., 1990. Canopy management to improve

grape yield and wine quality. Principles and practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 11 (1), 3-17.

ZUFFEREY V., MURISIER F., AERNY J., GINDROZ V., 1999. Bilans journaliers de CO<sub>2</sub> chez la vigne (cv. Chasselas) avec des rangs orientés nord-sud et est-ouest. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 31 (5), 247-252.

ZUFFEREY V., MURISIER F., 2002. Photosynthèse des feuilles de vigne (cv. Chasselas). II. Adaptation aux conditions environnementales. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 34 (3), 197-200.

### Recommandations pour la production de cidre: les variétés de pommes à cidre, de la culture jusqu'à la qualité du jus

Schweiz. Z. Obst-Weinbau **140** (20), 4-7, 2004

Depuis quelques années, on a vu arriver sur le marché toute une série de nouvelles variétés de pommes résistantes aux maladies. Généralement, ces fruits ont été testés pour la commercialisation comme pommes de table, mais on ne s'est pas intéressé à leurs qualités pour la transformation en jus de fruits. La Fondation pour la transformation technique des fruits à Wädenswil a proposé d'étudier les nouvelles variétés de pommes résistantes aux maladies sous l'angle de la production de jus et de les comparer aux variétés traditionnellement destinées à la fabrication de cidre. Les variétés résistantes aux maladies se caractérisent par leur faible sensibilité aux maladies et par les bonnes propriétés de leurs fruits. Ce sont plutôt les caractéristiques des arbres qui causent quelques soucis. Les essais de pressage, les analyses chimiques et sensorielles attestent que les «nouvelles» variétés résistantes aux maladies ont des propriétés égales, voire légèrement supérieures à celles des variétés traditionnellement destinées à la fabrication de cidre, en termes de comportement à la transformation et de qualité de jus.

Ernst Höhn, Agroscope FAW Wädenswil  
Reto Leumann, Hochschule Wädenswil

### Diwa, Elstar et Idared testées par les consommateurs, avec sondage sur la consommation de pommes

Schweiz. Z. Obst-Weinbau **140** (21), 6-9, 2004

Le jugement des consommateurs est important pour l'acceptation ou non d'un nouveau produit. Lors d'un test de consommateurs réalisé dans un supermarché au mois de juin 2004, les trois variétés de pommes Diwa, Elstar et Idared ont été soumises au verdict de 200 consommateurs. Les trois ont obtenu des notes généralement satisfaisantes à bonnes. Les fruits avaient été stockés en atmosphère contrôlée (AC), puis exposés à une température de 20 °C pendant sept jours. Avec une production et un stockage adéquats, de tels fruits devraient pouvoir se vendre sans problèmes. Les Elstar avaient en partie été traitées au 1-MCP. Tous les fruits ont fait l'objet de tests organoleptiques et analytiques. La variété Diwa s'est signalée par une grande fermeté et une chair très juteuse. Dans l'appréciation globale de la saveur, Diwa a obtenu des notes aussi bonnes qu'Elstar et meilleures qu'Idared. Les pommes Elstar traitées au MCP étaient plus fermes, plus juteuses, avec une acidité un peu plus prononcée et plus de saveur que les fruits non traités. Dans l'ensemble, elles ont été jugées bonnes à très bonnes après cette conservation plutôt longue pour cette variété.

Reto Leumann, Markus Kellerhals, Hans Schärer,  
Ernst Höhn, Agroscope FAW Wädenswil

### La qualité des prunes selon l'optique des consommateurs

Schweiz. Z. Obst-Weinbau **140** (21), 10-13, 2004

Quelles sont les prunes préférées des consommateurs? Des tests auprès du public montrent quels doivent être les paramètres pour que les consommateurs jugent une prune aromatique, juteuse, sucrée et mûre. Pour la Belle de Cacak, la teneur en sucre doit atteindre au moins 13,8 à 14 °Brix. L'acidité ne devrait pas dépasser 10 g/l et la fermeté de la chair ne pas descendre au-dessous de 40 unités Durofel. Pour la Belle de Cacak et d'autres variétés très productives, la régulation de la charge constitue une mesure incontournable de contrôle de la qualité qui doit assurer l'obtention de la teneur en sucre nécessaire. De même, on choisira avec soin le moment de la récolte, car les prunes ne mûrissent pratiquement plus une fois cueillies, de sorte que les fruits qui ont été cueillis trop tôt restent généralement peu aromatiques, trop durs et trop acides, même après un transport assez long et un séjour de plusieurs jours dans les entrepôts de stockage.

Ernst Höhn, Franz Gasser, Sibylle Mattle, Béatrice Näpflin,  
Judith Ladner, Agroscope FAW Wädenswil

### Dépistage de phytoplasmes sur les arbres fruitiers

Schweiz. Z. Obst-Weinbau **140** (22), 6-8, 2004

Comme pour les viroses, les tests de dépistage de phytoplasmes sur les arbres fruitiers au moyen d'indicateurs dendrologiques vont être complétés à l'avenir par la méthode biomoléculaire. Le PCR est la méthode de dépistage la plus sensible qui devrait permettre à l'avenir de détecter une infestation latente. C'est d'autant plus important que les symptômes d'une phytoplasme se manifestent de manière très irrégulière. La méthode a été validée dans le cadre du projet UE FAIR CT 97-3889. Les arbres fruitiers du matériel végétal de base d'Agroscope FAW Wädenswil sont testés périodiquement par la méthode biomoléculaire pour détecter une éventuelle infection de phytoplasmes. Dans les organismes compétents, la mise en place de contrôles réguliers dans les cultures de multiplication est également discutée. La méthode biomoléculaire peut aussi servir à détecter une infection latente sur d'anciennes espèces ou variétés dans le cadre de la conservation de la diversité génétique.

Elisabeth Bosshard, Beatrix Buchmann, Markus Bünler, Maja Hilber-Bodmer, Beatrice Frey, Jürg E. Frey, Franziska Lampart,  
Franz Schwaller, Agroscope FAW Wädenswil

### 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.

## Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Garanoir

J.-L. SPRING, Agroscope RAC Changins, Centre viticole du Caudoz, CH-1009 Pully

 E-mail: [jean-laurent.spring@rac.admin.ch](mailto:jean-laurent.spring@rac.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 563.

### Résumé

L'influence de la date de vendange sur la qualité des moûts et des vins de cépage Garanoir a été étudiée de 1999 à 2002 sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Nyon (VD). L'essai a comparé deux vendanges: l'une effectuée lorsque l'indice réfractométrique des raisins atteignait 88 à 90 °Oe et l'autre différée de deux à trois semaines, soit une dizaine de jours après la récolte du Gamay. Les moûts issus de la vendange tardive ont présenté de plus faibles teneurs en acide tartrique. Comme avec le Gamaret, la vendange tardive a produit des vins plus colorés et plus riches en polyphénols, qui ont été préférés en dégustation. Ils se sont surtout distingués par une meilleure structure en bouche et une meilleure qualité des tannins.



Fig. 1. Malgré sa très grande précocité à la véraison, le Garanoir gagne à ne pas être vendangé trop tôt.

### Introduction

Le Garanoir (fig. 1) est un nouveau cépage rouge obtenu en 1970 par Agroscope RAC Changins en croisant du Gamay avec du Reichensteiner (SPRING et MAIGRE, 1996; SPRING et FERRETTI, 2000). Sans égaler l'expansion de son cousin le Gamaret, l'implantation du Garanoir progresse néanmoins régulièrement dans le vignoble de Suisse romande et de Suisse alémanique. Le Garanoir est un cépage précoce, dont la véraison précède régulièrement d'une semaine à dix jours celle du Pinot noir et du Gamay. Le Garanoir se distingue en général par une bonne tenue sur souche des raisins arrivés à maturité, notamment en raison de leur résistance assez élevée au botrytis des grappes. Il fournit des raisins pauvres en acidité et des vins très souples, moyennement tanniques, plus riches en polyphénols que ceux de Gamay et de Pinot noir. Ils se distinguent par un fruité caractéris-

tique (fruits rouges, épices), plus ou moins marqué selon le site et le millésime. Ses vins sont notamment appréciés pour leurs caractéristiques intéressantes en tant que vin d'assemblage ou comme vin de cépage. La maturation précoce du Garanoir, alliée à la bonne tenue sur souche de ses raisins, pose la question de la période de récolte optimale en relation avec la qualité des vins. Après une première expérimentation conduite dans ce sens sur le Gamaret de 1996 à 1999 (SPRING, 2004), un essai de dates de vendange a été mis en place en 1999 pour étudier cette problématique avec le Garanoir. Cet article tire le bilan de cette expérimentation menée durant quatre années.

### Matériel et méthodes

L'essai a été conduit sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Nyon (VD), dans le bassin lémanique. La moyenne pluriannuelle des températures durant la pé-

riode de végétation (du 15 avril au 15 octobre), pour ce site, s'élève à 14,9 °C et les précipitations annuelles moyennes à 1009 mm. Le sol est de nature moyenne (20% d'argile), peu caillouteux, peu calcaire et possède un taux de matière organique satisfaisant. L'analyse chimique montre que ce sol est très riche en phosphore, riche en potassium et normalement pourvu en magnésium.

L'expérimentation a été mise en place sur une parcelle de Garanoir greffé sur 5C, plantée en 1992 et conduite en Guyot simple (200 × 85 cm). L'essai a été disposé en blocs randomisés avec cinq répétitions par variante. Tous les paramètres culturaux ont été identiques sur l'ensemble de l'essai qui a consisté à récolter le raisin à deux dates différentes selon le protocole suivant:

- > Date de vendange «normale» effectuée au moment où la teneur en sucre des raisins atteignait 88 à 90 °Oe.
- > Date de vendange «tardive» effectuée une dizaine de jours après la récolte du Gamay au domaine de Changins, soit deux à trois semaines après la date de vendange «normale».

Les observations ont porté sur les millésimes 1999 à 2002. Durant cette période,

les contrôles agronomiques ont été effectués sur les paramètres suivants:

- relevé des composantes du rendement: fertilité des bourgeons, poids des baies, poids des grappes. Par une limitation de la récolte effectuée en juillet, on a cherché à obtenir un niveau de rendement comparable entre les deux variantes, d'environ 1,2 kg/m<sup>2</sup>;
- rendement et qualité des moûts à la vendange: teneur en sucre, pH, acidité totale exprimée en acide tartrique, acide tartrique et malique, indice de formol des moûts déterminé selon AERNY (1996).

Chaque procédé a fait l'objet d'une vinification au cours des quatre années d'expérimentation. Les lots ont été vinifiés de manière standard avec foulage, égrappage et sulfitage (50 mg/l) de la vendange, chaptalisation lorsque le sondage n'atteignait pas 92 °Oe et décuvage en fin de fermentation alcoolique. Les vins ont été centrifugés en fin de fermentation alcoolique et ont subi une fermentation malolactique avant d'être stabilisés chimiquement et physiquement. Une filtration a précédé la mise en bouteilles et l'analyse des vins. Les analyses courantes des moûts ont été effectuées selon le *Manuel suisse des denrées alimentaires*. Les alcools supérieures (2- et 3-méthyl-1-butanol, ainsi que phényl-2-éthanol) ont été analysés par chromatographie en phase gazeuse. Les mesures de l'indice des phénols totaux (DO 280), de l'intensité colorante et du dosage des anthocyanes ont été effectuées d'après RIBÉREAU-GAYON *et al.* (1972).

Les vins ont été dégustés chaque année, quelques semaines après la mise en bouteilles par un collège de dégustateurs d'Agroscope RAC Changins. L'appréciation organoleptique des différents critères s'est effectuée selon une échelle de notation allant de 1 (mauvais, faible) à 7 (excellent, élevé).

## Résultats et discussion

### Dates de vendange

La figure 2 rappelle les dates de vendange pour les quatre millésimes considérés. La vendange «normale» a été ef-

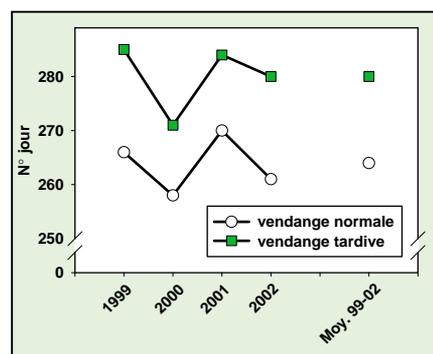


Fig. 2. Essai de dates de vendange sur Garanoir. Dates de la vendange. Changins, 1999-2002.

fectuée entre le 15 septembre en 2000, année particulièrement précoce, et le 27 septembre en 2001. La vendange tardive a été effectuée entre le 28 septembre en 2000 et le 12 octobre en 2001. Les écarts entre les deux dates de vendange ont été respectivement de 19 jours en 1999, 13 jours en 2000, 14 jours en 2001 et 19 jours en 2002.

### Climat de la période située entre les deux dates de vendange (tabl. 1)

En 1999 et en 2002, les températures moyennes qui ont prévalu durant cette période ont été relativement fraîches. Pour ces deux années, la somme des précipitations ainsi que la durée d'insolation ont, par contre, été diamétralement opposées: 1999 a été humide et peu ensoleillée, alors que 2002 a été très sèche et assez lumineuse. Les conditions climatiques enregistrées en 2000 et en 2001 sont très proches avec une température moyenne relativement élevée, des précipitations légèrement supérieures à la moyenne et une durée d'insolation élevée.

Tableau 1. Caractérisation des conditions climatiques durant la période s'écoulant entre les deux dates de vendange. Changins, 1999-2002.

Année	Période	Températures moyennes (°C)	Durée totale d'insolation (heures)	Somme des précipitations (mm)
1999	23.09-12.10	12,4	59	129
2000	15.09-28.09	15,4	107	63
2001	27.09-11.10	14,5	94	65
2002	18.09-07.10	12,3	104	10

Tableau 2. Essai de date de vendange sur Garanoir. Composantes du rendement. Changins, 1999-2002.

		Fertilité des bourgeons (nb grappes/bois)	Poids des baies (g/baie)	Poids des grappes (g/grappe)	Limitation de la récolte (nb grappes supprimées/cep)	Rendement (kg/m <sup>2</sup> )
Vendange normale	1999	2,20	2,14	372	-8,2	1,468
	2000	2,14	2,26	307	-8,5	1,126
	2001	2,62	2,29	391	-10,8	1,190
	2002	2,43	2,06	371	-11,3	1,114
	Moyenne 1999-2002	2,35	2,19	360	-9,7	1,225
Vendange tardive	1999	2,20	2,18	345	-8,2	1,363
	2000	2,18	2,22	280	-8,5	1,029
	2001	2,69	2,23	379	-11,5	1,200
	2002	2,57	2,03	340	-12,0	1,016
	Moyenne 1999-2002	2,41	2,17	336	-10,1	1,152
ppds (p = 0,05)		n.s.	n.s.	13	-	n.s.

n.s. = non significatif.

## Composantes du rendement (tabl. 2)

Les différents paramètres caractérisant les composantes du rendement ne montrent que peu de différences entre les deux dates de vendange. Seul un poids moyen des grappes légèrement inférieur peut être noté pour la variante vendangée tardivement. Les objectifs de rendement ont généralement été assez bien atteints au prix d'un dégrappage considérable, ce qui souligne la fertilité importante et régulière du cépage Garanoir. Seuls les rendements obtenus en 1999 dépassent un peu l'objectif de production fixé à 1,2 kg/m<sup>2</sup>.

## Qualité des moûts

L'analyse des moûts effectuée au foulage figure dans le tableau 3. Pour la vendange normale, l'objectif de récolter le raisin lorsqu'il atteignait un indice réfractométrique compris entre 88 et 90 °Oe a pu être réalisé, à l'exception du millésime 2001 qui présentait une teneur en sucre légèrement plus basse (86 °Oe). Le gain moyen de sucre entre la vendange «normale» et la ven-

**Tableau 3. Essai de date de vendange sur Garanoir. Analyse des moûts.** Changins, 1999-2002.

		Réfractométrie (°Oe)	Acidité totale (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acide malique (g/l)	pH	Indice de formol
Vendange normale	1999	88,0	5,9	5,7	2,4	3,24	8,3
	2000	89,3	5,7	5,8	2,8	3,38	9,4
	2001	86,0	6,8	5,6	3,5	3,27	5,9
	2002	90,1	5,9	5,3	2,5	3,18	6,1
Moyenne 1999-2002		88,4	6,1	5,6	2,8	3,27	7,4
Vendange tardive	1999	89,2	5,1	4,9	2,2	3,34	7,8
	2000	92,0	4,2	5,1	2,1	3,58	8,7
	2001	91,0	6,0	5,1	3,4	3,34	7,0
	2002	96,1	5,5	5,1	2,1	3,21	5,7
Moyenne 1999-2002		92,1	5,2	5,1	2,5	3,37	7,3
ppds (p = 0,05)		3,5	0,7	0,4	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = non significatif.

dange tardive atteint 3,7 °Oe. Cette différence est tout juste significative; elle est également très variable d'un millésime à l'autre. Le gain maximal a été atteint en 2002 (+6 °Oe) et le gain minimal en 1999 (+1,2 °Oe) pour un écart identique (19 jours) entre les deux dates de vendange. On peut évoquer les conditions climatiques pour expliquer ces différences avec une période pluvieuse et sombre en 1999, sèche et normalement ensoleillée en 2002. Le niveau de rendement un peu plus élevé en 1999 a pu également jouer un rôle dans cette lente progression du taux de sucre dans les raisins.

Concernant l'acidité des moûts, la vendange tardive a produit des raisins moins acides. Les différences ont été surtout marquées dans la teneur en acide tartrique. Ce phénomène avait déjà été mis en évidence dans l'essai de dates de vendange sur le Gamaret (SPRING, 2004). Si la diminution de la teneur en acide malique des moûts en cours de maturation du raisin est un phénomène bien connu (CHAMPAGNOL, 1984), une diminution systématique des teneurs en acide tartrique des moûts en fin de maturation est moins bien documentée. En général, les fluctuations des teneurs en acide tartrique dans le raisin en fin de maturation sont reliées à la variation du volume des baies, notamment en fonction de l'alimentation hydrique de la plante (BLOUIN et GUIMBERTEAU, 2000).

La diminution de la teneur en acide malique a été plus faible que dans l'essai sur Gamaret (SPRING, 2004) et est demeurée non significative. A ce titre, il convient de relever que le Garanoir, dont la maturation débute très précocement, se caractérise par des teneurs en

acide malique particulièrement basses dans les moûts, ce qui contribue certainement à atténuer les différences entre les procédés.

Les teneurs en azote dans les moûts (indice de formol) ne se différencient pas notablement entre les deux dates de vendange; une certaine variabilité des valeurs peut être imputée au millésime avec les taux les plus élevés enregistrés en 2000 et les plus faibles en 2002. Cet essai ne permet pas de mettre en évidence le phénomène d'accumulation d'azote dans les raisins en fin de phase de maturation rapporté par LÖHNERTZ (1998).

## Analyse des vins

Dans le tableau 4 figurent les résultats des analyses effectuées sur les vins quelques semaines après la mise en bou-

teilles. Le millésime 2002 présente un plus fort taux d'alcool à mettre en relation avec les teneurs en sucre des raisins nettement plus élevées cette année-là en vendange tardive. La richesse en acidité totale a été légèrement plus basse et le pH légèrement plus élevé pour les vins issus de vendange tardive, conformément aux observations faites dans les moûts. Les teneurs en alcools supérieurs (2- et 3-méthyl-1-butanol et phényl-2-éthanol) ne montrent pas de grandes différences entre les deux variantes.

## Composés phénoliques des vins

Les résultats des analyses des composés phénoliques dans les vins effectuées quelques semaines après la mise en bouteilles sont reportés dans la figure 3. La détermination de l'indice de phénols totaux (DO 280) et le dosage des anthocyanes montrent que les vins issus de vendange tardive sont nettement plus riches en composés phénoliques, ce qui confirme les résultats obtenus avec le Gamaret (SPRING, 2004). Mis à part l'année 2002, l'indice d'intensité colorante des vins a été plus élevé pour les vins de vendange tardive; la nuance de la couleur n'a été en revanche que peu influencée par les modalités expérimentales.

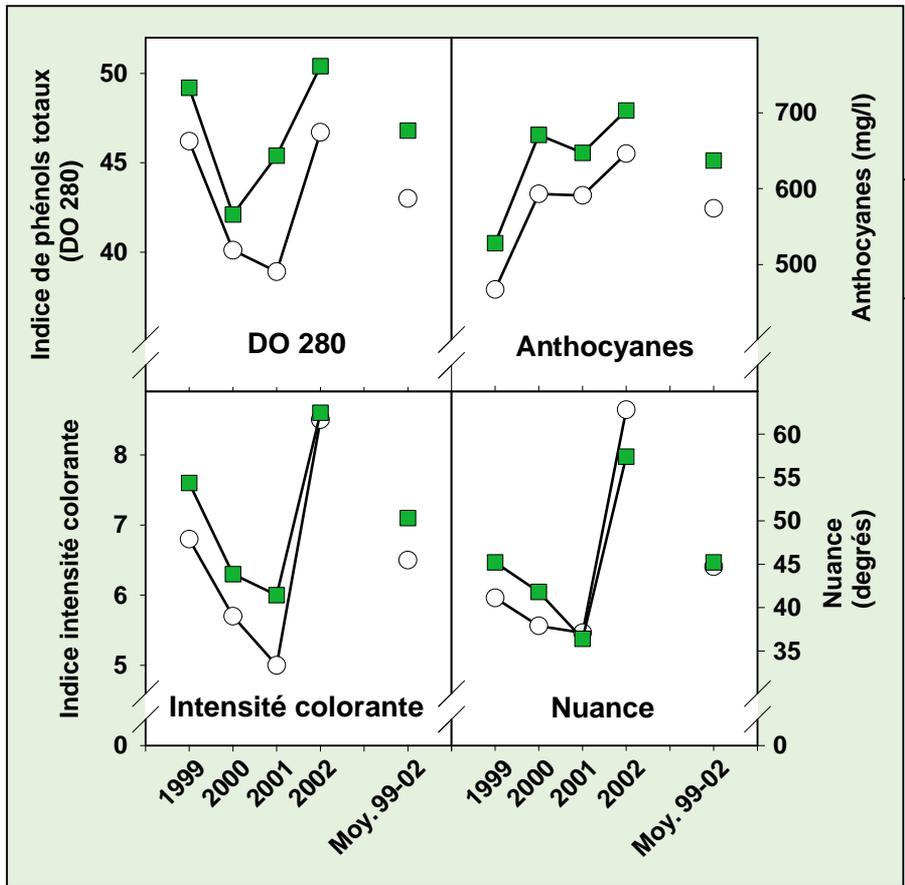
## Qualité organoleptique des vins

Les résultats des dégustations effectuées par le collège d'Agroscope RAC Changins pour les millésimes 1999 à 2002 sont reportés dans la figure 3. A l'exception du millésime 2002, les vins

**Tableau 4. Essai de date de vendange sur Garanoir. Analyse des vins.** Changins, 1999-2002.

		Alcool (vol. %)	pH	Acidité totale <sup>1</sup> (g/l)	Acide tartrique (g/l)	Acidité volatile <sup>2</sup> (g/l)	2- et 3-méthyl-1-butanol (mg/l)	Phényl-2-éthanol (mg/l)
Vendange normale	1999	12,1	3,83	4,6	1,0	0,53	393	60
	2000	12,5	3,89	3,7	1,0	0,45	259	38
	2001	12,1	3,78	4,2	1,3	0,41	325	53
	2002	12,2	3,70	4,4	1,6	0,40	354	47
Moyenne 1999-2002			3,80	4,2	1,2	0,45	333	50
Vendange tardive	1999	12,2	3,84	3,9	0,9	0,53	342	51
	2000	12,6	3,93	3,5	1,0	0,47	321	46
	2001	12,2	3,91	3,7	1,1	0,44	269	47
	2002	13,2	3,87	4,0	1,5	0,41	347	52
Moyenne 1999-2002			3,89	3,8	1,1	0,46	320	49

<sup>1</sup>Exprimée en acide tartrique. <sup>2</sup>Exprimée en acide acétique.



◁ Fig. 3. Essai de dates de vendange sur Garanoir. Indice des phénols totaux (DO 280), teneur en anthocyanes, intensité colorante et nuance des vins. Changins, 1999-2002.

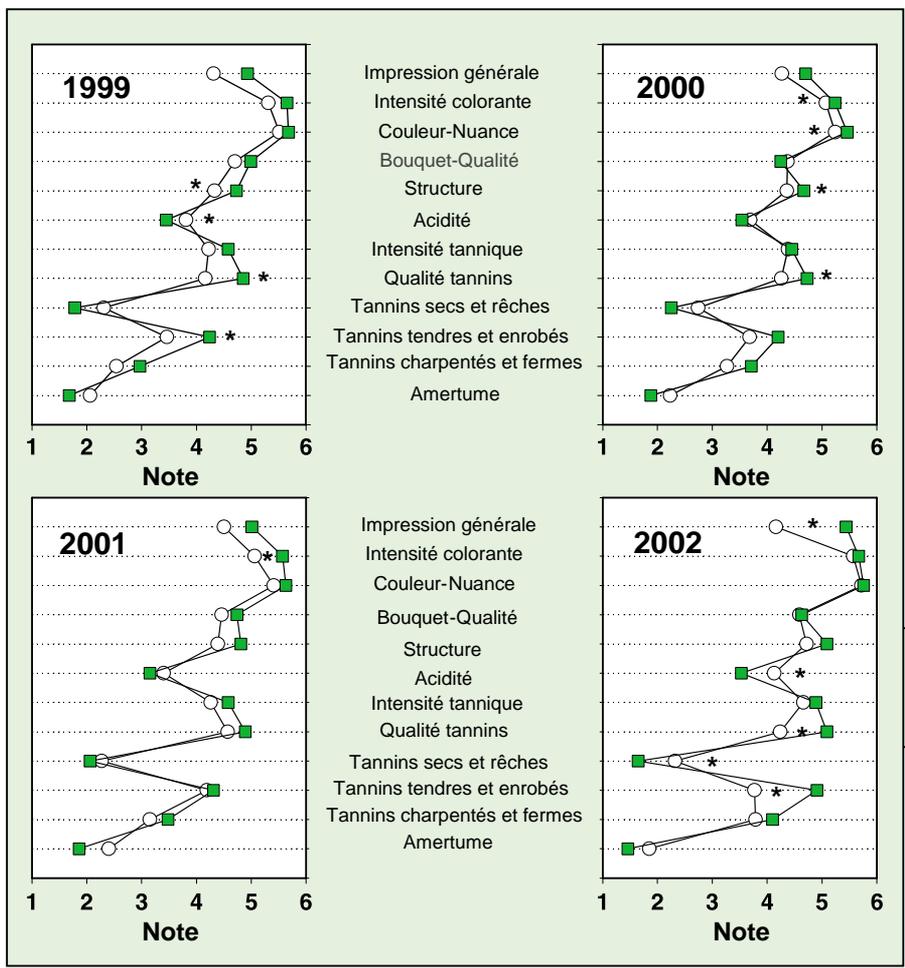
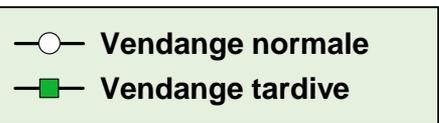


issus de vendange tardive ont été jugés plus colorés, et de manière significative en 2000 et en 2001. Ces résultats confirment les données analytiques concernant l'indice d'intensité colorante des vins (fig. 3). Le pointage de la qualité du bouquet n'a pas été très différent entre les deux variantes. Lors des dégustations, on a toutefois souvent mentionné le caractère plus floral et fruité, type «primeur», des vins issus de vendange «normale», tandis que la vendange tardive était souvent définie par des caractères de fruits très mûrs et d'épices.

La vendange tardive a produit chaque année des vins jugés plus structurés (différences significatives en 1999 et en 2002). Comme cela a été le cas pour le Gamaret (SPRING, 2004), la vendange tardive s'est régulièrement distinguée par des vins présentant une meilleure qualité des tannins (différences significatives en 1999, 2000 et 2002) jugés moins «secs et rêches», plus «tendres et enrobés» et moins amers. Le Garanoir issu de vendange tardive a toujours reçu la meilleure note d'impression générale (différence significative en 2002).

### Remerciements

Toute l'équipe de la section de viticulture et œnologie de Changins qui a participé à cette expérimentation à la vigne, à la cave et au laboratoire, est vivement remerciée de sa précieuse collaboration.



◁ Fig. 4. Essai de dates de vendange sur Garanoir. Caractéristiques organoleptiques des vins. Changins, 1999-2002. Notation de 1 (= faible, mauvais, orangé) à 7 (= élevé, excellent, pourpre). Les astérisques signalent les différences significatives.

## Conclusions

L'influence de la date de récolte sur la qualité des moûts et des vins de cépage Garanoir a été étudiée durant quatre années sur le domaine expérimental d'Agroscope RAC Changins à Nyon (VD), dans le bassin lémanique. Cette expérimentation permet de tirer les conclusions suivantes:

- Par rapport à une récolte effectuée à 88-90 °Oe, le report de deux à trois semaines de la date de vendange n'a pas entraîné de perte de rendement notable.
- La vendange tardive a entraîné un accroissement très variable, parfois très modeste, de la teneur en sucre des moûts.
- Les moûts issus de la vendange tardive ont été un peu moins riches en acide tartrique. Comme cela a déjà été démontré pour le Gamaret, la vendange tardive a permis la production de vins plus riches en polyphénols et généralement plus colorés. Ces vins ont été préférés en dégustation où ils se sont surtout distingués par une meilleure structure et une meilleure qualité des tannins.

## Bibliographie

- AERNY J., 1996. Composés azotés des moûts et des vins. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (3), 161-165.
- BLOUIN J., GUIMBERTEAU G., 2000. Maturation et maturité des vins. Editions Féret, Bordeaux, 151 p.
- CHAMPAGNOL F., 1984. Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Impr. Dehan, Montpellier, 351 p.
- LÖHNERTZ O., PRIOR B., BLESER M., LINSSENMEIER A., 1998. Einfluss von weinbauliche Massnahmen auf die Aminosäuregehalte in Trauben und Most der Sorte Riesling. Actes du colloque Intervitis, 12 avril 1998, Stuttgart, Allemagne, 1-23.
- RIBÉREAU-GAYON J., PEYNAUD E., SUDRAUD P., RIBÉREAU-GAYON P., 1972. Sciences et techniques du vin. Tome I. Analyses et contrôles des vins. Dunod, Paris, 488, 497-503.

## Summary

### Influence of the harvesting date on quality of the must and wine of Garanoir grape

The influence of the harvesting date on must and wine quality has been studied from 1999 to 2002 on the cultivar Garanoir at Agroscope RAC Changins in Nyon (VD). The experiments were designed to compare two harvesting times: when the sugar of the grapes reached 88-90 °Oe and two or three weeks later, about ten days after the harvest of the reference cultivar Gamay. The must of late harvested grapes had a lower content in tartaric acid. As it was found for Gamaret, later harvested Garanoir wines were more coloured and had a higher content in phenolic compounds; they were always preferred in wine testing with their better structure and their tannins of better quality.

**Key words:** *Vitis vinifera*, Garanoir, harvesting date, wine quality, phenolic compounds.

## Zusammenfassung

### Einfluss des Lesezeitpunktes auf die Qualität von Most und Weinen aus der Rotweinsorte Garanoir

Auf dem Versuchsbetrieb der Agroscope RAC Changins in Nyon (VD) wurde von 1999 bis 2002 der Einfluss des Lesetermins auf die Qualität der Moste und Weine bei der Rotweinsorte Garanoir untersucht. Im Rahmen dieses Versuches wurde ein normaler Lesetermin (Zuckergehalt 88-90 °Oe) mit einer späten Ernte (2-3 Wochen später, ungefähr 10 Tage nach Gamay) verglichen. Die Moste aus der Spätlese wiesen niedrigere Weinsäuregehalte auf. Wie schon bei der Schwestersorte Gamaret waren sie stärker gefärbt, reicher an Polyphenolen und wurden sensorisch immer bevorzugt. Sie zeichnen sich vor allem durch eine bessere Struktur sowie feinere Tannine aus.

## Riassunto

### Incidenza dell'epoca di vendemmia sulla qualità del mosto e del vino dal vitigno Garanoir

L'incidenza della data di vendemmia sulla qualità dei mosti e dei vini del vitigno Garanoir è stata studiata dal 1999 al 2002 nel vigneto sperimentale dell'Agroscope RAC Changins a Nyon (VD). La prova ha messo a confronto due date di vendemmia: una effettuata quando l'indice rifrattometrico dell'uva raggiungeva tra gli 88 a 90 °Oe e l'altra rinviata di due a tre settimane, circa 10 giorni dopo la raccolta del Gamay. I mosti della vendemmia tardiva sono risultati più deboli in acido tartarico. Come è già stato osservato per il Gamaret, la vendemmia tardiva permette di ottenere vini più colorati e più ricchi in polifenoli, che sono stati preferiti alla degustazione. Questi vini si sono distinti soprattutto per una migliore struttura e qualità dei tannini.

SPRING J.-L., 2004. Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **36** (3), 159-163.

SPRING J.-L., FERRETTI M., 2000. Les nouveaux cépages rouges obtenus à la Station fédérale de Changins. Une nouveauté: le Carminoir.

Compte-rendu des conférences de la journée d'information viticole Agrovina, 19 janvier 2000, Martigny, Suisse.

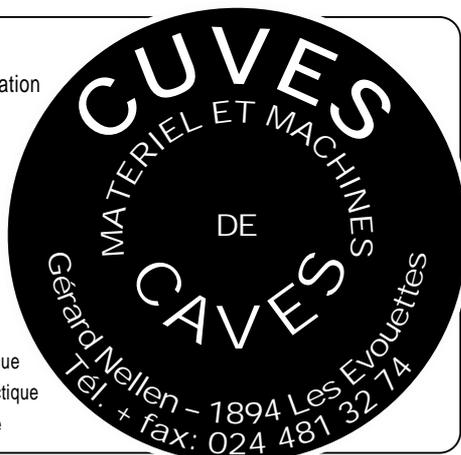
SPRING J.-L., MAIGRE D., 1996. Comportement du nouveau cépage Garanoir sur deux sites expérimentaux. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (5), 287-290.

Calculs techniques

Fournitures et installation complète pour:

**adéquation et pilotage des températures d'élaboration:**

- débouillage
- macération à chaud
- macération à froid
- fermentation alcoolique
- fermentation malolactique
- stabilisation tartrique



## PÉPINIÉRISTES!

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

**Jean-François Kilchherr**  
**Pépinière viticole**

Grand-Rue 8  
1297 Founex

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

Catalogue sur demande

## Le coffret de dégustation pour œnophiles de VINette: un projet de la volée 2002-2005 de la filière œnologie de la HES-SO

Les études d'ingénieurs HES en œnologie s'adressent à des étudiants désireux de se former dans une profession exigeante, requérant un très vaste bagage. Outre les cours et travaux pratiques dispensés à Changins, les études offrent de nombreux déplacements en Suisse et à l'étranger. Ces voyages d'études sont des occasions uniques de découvrir des pratiques, des savoir-faire, des stratégies et des problèmes qui ouvrent l'horizon de nos jeunes ingénieurs. Plus tard, dans la vie active, ces expériences seront une source d'inspiration pour les professionnels qu'ils seront désormais, confrontés à l'évolution de l'œnologie et à de nouveaux défis.



Ces séjours ne sont toutefois pas gratuits et si les transports sont compris dans l'écolage, le coût du logement, en particulier, doit être assumé par les étudiants eux-mêmes, ce qui peut être difficile à supporter pour une bourse d'étudiant, dont la principale qualité est d'être légère... Les étudiants de la volée 2002-2005 de la filière œnologie ont donc cherché une manière originale de se financer tout en mettant en valeur leurs compétences professionnelles.

Lors des travaux pratiques de cave, les étudiants ont eu l'occasion de comparer plusieurs méthodes de vinification sur la même vendange, de manière à mettre en évidence les effets des différentes techniques de vinification. Il s'agit toujours d'innover, tout en respectant la tradition liée au vin: un défi assez paradoxal qui doit être relevé pour satisfaire les consommateurs toujours plus exigeants et souvent attachés à la tradition.

Un thème s'est donc imposé de lui-même: créer un kit de dégustation qui présente la même vendange vinifiée de deux manières distinctes pour mettre en évidence les différentes facettes d'un même cépage. Plusieurs groupes de travail se sont mis en recherche afin de:

- choisir les couples de vins qui soient représentatifs des techniques de vinification et des cépages
- créer un emballage attractif qui donne envie d'en découvrir le contenu
- rédiger une plaquette explicative accompagnant le kit
- développer un design attrayant pour l'habillage des bouteilles
- trouver une forme adéquate de marketing
- imaginer une commercialisation réaliste
- assurer l'équilibre financier de l'opération, sans lequel l'opération n'atteint pas son but!

Les étudiants se sont engagés à exécuter intégralement ce projet, non seulement sous sa forme technique, mais également par la vente totale des kits (jusqu'au dernier!), car un vin, même excellent, ne permet pas à l'œnologue de vivre tant qu'il n'est pas vendu!

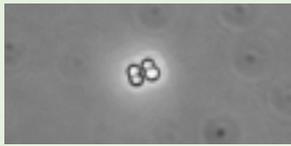
Aujourd'hui, le résultat est bien là, lisible en lettres d'or «de VINette pour œnophiles» enchâssées dans le couvercle d'un élégant coffret grenat. Le néophyte comme le dégustateur chevronné découvrent, en ouvrant le coffret, six bouteilles de 37,5 cl portant les noms de six divinités ou personnages de l'Antiquité liés au monde viti-vinicole. A part la couleur, deux blancs et quatre rouges, rien ne permet de savoir quel flacon renferme quel vin, Chasselas, Gamay ou Gamaret... Le jeu consiste à découvrir le vin et la technique de vinification qui se cachent dans chaque bouteille. Quelques explications œnologiques guident les dégustateurs en aiguisant leur curiosité, mais bien sûr sans donner la clé! Ce jeu peut compter jusqu'à six dégustateurs qui vont essayer de décrire leurs impressions sur une grille-modèle de dégustation. A la fin du jeu, lorsque les six vins auront été examinés sous «toutes les coutures», l'enveloppe scellée contenant la clé sera ouverte devant tous les participants.

Bravo à tous ces étudiants qui, par un engagement soutenu, ont ainsi réalisé de A à Z un projet d'ingénieur, semblable à ceux qu'ils auront à réaliser dans leur vie professionnelle. Les coffrets sont en vente à l'Ecole d'ingénieurs de Changins au prix de Fr. 49.-. Plusieurs entreprises ont aimablement soutenu ce projet en sponsorisant qui les bouteilles (Vetro-pack), les bouchons (Suber), les étiquettes (Avidor) ou les coffrets (G+H Marketing). Que toutes ces entreprises trouvent ici la reconnaissance de la volée 2002-2005 des ingénieurs en œnologie de la HES-SO pour leur soutien généreux et efficace!

*Sébastien Fabre, EIC*

# Bactéries œnologiques: des *Pediococcus* dignes d'intérêt?

En novembre 2001, l'EIC a commencé un projet dont le but était de sélectionner une souche de bactéries *Pediococcus* potentiellement intéressante pour la fermentation malolactique (FML) des vins. L'objectif a été atteint puisqu'au total six souches prometteuses ont pu être isolées.



Tétrade typique des *Pediococcus*. Grossissement 1000 ×, diamètre de la bactérie: 1 µm.

Ce projet a été conduit par l'EIC avec la collaboration de l'Ecole d'ingénieurs de Sion, de la station fédérale de recherches agronomiques Agroscope RAC Changins et des entreprises Lallemand et Martin Vialatte.

Les *Pediococcus* sont des bactéries lactiques que l'œnologue a tendance à éviter. Ses craintes sont motivées par la peur de la maladie de la graisse et d'une production importante d'histamine. Ces appréhensions doivent être relativisées, car la maladie de la graisse n'est provoquée que par certaines souches de *Pediococcus*. Fréquente dans nos caves, cette maladie se traite sans séquelles pour le vin pour autant qu'elle soit soignée avant la mise en bouteilles. Quant à l'histamine, elle peut être produite par tous les genres de bactéries lactiques, y compris les *Oenococcus*. Quelle que soit la bactérie,

la quantité d'amines biogènes produites dépend de la souche et non du genre ou de l'espèce.

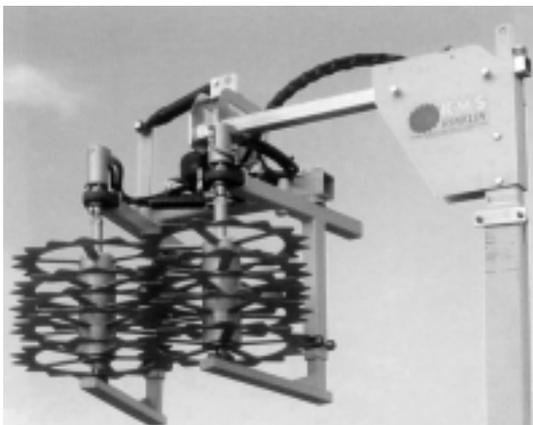
En partant de ce principe, l'EIC a décidé d'explorer la piste de souches de *Pediococcus* intéressantes pour la FML. Pour effectuer cette sélection, 424 vins de toute la Romandie ont été analysés, 165 souches de *Pediococcus* ont été isolées, dont dix souches retenues après des tests en laboratoire, et enfin six souches ont été lyophilisées.

Le comportement de ces souches doit encore être étudié, tout comme leur mode d'application dans le vin. Un nouveau projet est actuellement proposé pour tester différentes méthodes d'application de ces *Pediococcus* dans les vins, en partenariat étroit avec l'entreprise Lallemand. Nous attendons la réponse du comité directeur de la HES-SO pour la fin de l'année 2004. Avec son accord, le soutien financier de la réserve stratégique de la HES-SO permettra la réalisation de ce nouveau projet de recherche appliquée en œnologie.

Ce premier projet sur les bactéries lactiques a permis d'établir de bonnes relations avec les entreprises et les institutions partenaires. Nous les remercions pour leur soutien financier et leur compétences scientifiques. Nous remercions également la HES-SO pour son soutien financier qui a permis la réalisation de ce projet.

Serge Hautier, EIC

## 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.

**DUVOISIN & Fils SA – 1070 Puidoux**

Machines viticoles et agricoles

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

Les petits détails ont toute leur importance



Rue Antoine-Jolivet 7

Case postale 1212

1211 GENEVE 26

www.gaud-bouchons.com

Tél. 022 343 79 42

Fax 022 343 63 23

gaudbouchon@bluewin.ch

**JEAN-PAUL GAUD**

BOUCHONS • CAPSULES • ARTICLES DE CAVE

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

Plantation à la machine

## Poivron: adaptation de la solution nutritive en système recyclé

D. PIVOT, J.-M. GILLIOZ, Agroscope RAC Changins, Centre d'arboriculture et d'horticulture des Fougères, CH-1964 Conthey

@ E-mail: dominique.pivot@rac.admin.ch  
Tél. (+41) 27 34 53 511.

### Résumé

Afin d'évaluer la solution nutritive recommandée pour le poivron en culture hors sol avec recyclage complet, deux essais ont été conduits en serre en 2002 et 2003. Les équilibres ioniques recommandés ont été ajustés en cours de culture, en fonction de la valeur nutritive de l'eau du réseau et des résultats d'analyses des solutions recyclées. L'analyse de la composition minérale des plantes a montré que les quantités d'éléments consommées par le poivron ne correspondaient pas à celles de la solution nutritive recommandée. Les déséquilibres concernaient les éléments P, K, Ca et Mg. En diminuant la concentration en P à 1,1 mmol/l et en Ca à 2,2 mmol/l et en augmentant la concentration en K et en Mg à respectivement 12,5 et 1,3 mmol/l, la composition de la solution nutritive se conforme aux quantités consommées par les plantes et s'adapte mieux au recyclage complet.

GEN, 1999). Les ions en excès s'accumulent dans le drainage et, par conséquent, dans la solution nutritive recyclée, ce qui engendre des déséquilibres (PIVOT *et al.*, 1996; REIST *et al.*, 1995). La solution nutritive recyclée doit être corrigée au plus près des besoins de la plante. L'ajustement en continu des concentrations de chaque élément dans les solutions nutritives n'est pas réalisable actuellement et seuls des paramètres de guidage comme le pH et la conductivité (EC) permettent de régler les apports. Selon MORARD (1995), et pour autant que la faible concentration d'un ion ne constitue pas un facteur limitant pour la croissance du végétal, il y a peu de différences dans la production de matière sèche à partir de solutions nutritives différentes (SONNEVELD et VAN DER WEES, 1989; DE KREIJ *et al.*, 2003). Morard mentionne que la solution nutritive doit fournir les éléments minéraux indispensables dans des proportions analogues à celles dans lesquelles elles se trouvent dans le végétal. La difficulté de bien gérer la solution nu-

### Introduction

La pratique intensive des cultures hors sol est récente, elle date des années 1975-1980 et s'implante actuellement en Europe pour les cultures sous serre (MORARD, 1995). Cependant, dans les années qui viennent, seuls les systèmes

entièrement recyclés seront acceptables du point de vue de la protection de l'environnement. En système fermé, la gestion de la composition de la solution nutritive recyclée est complexe à cause des variations de la consommation en eau et de l'absorption des éléments nutritifs (JEANNEQUIN et FABRE, 1993; MA-



Fig. 1. Vue partielle de la culture le 28 août 2002.



Fig. 2. Vue de l'essai le 1<sup>er</sup> septembre 2003.

tritive recyclée en système fermé conduit à s'intéresser plus précisément à la formulation des solutions nutritives.

Une culture de poivron en hors-sol a été mise en place en 2002 et 2003 dans le but d'estimer l'équilibre nutritif recommandé (SONNEVELD et STRAVER, 1992) pour la culture hors sol avec recyclage complet, à partir des quantités d'éléments effectivement consommées par la plante.

## Matériel et méthode

### Dispositif expérimental

Le poivron hors sol a été cultivé en serre pendant deux saisons en 2002 et 2003, avec le cultivar Spirit F1 (ez) (fig. 1 et 2). La densité de plantation était de 3,3 plantes/m<sup>2</sup>. Le calendrier des deux cultures est indiqué dans le tableau 1. Des substrats organiques, aisément recyclables, ont été utilisés. En 2002, le substrat était un terreau de type 217 fabriqué par Ricoter SA (40% de compost d'écorces, 35% de fibres de bois et 25% de fibre de coco); en 2003, un substrat de Palmeco peat® a été utilisé.

Tableau 1. Calendrier de culture.

	2002	2003
Semis	13 mars	10 janvier
Plantation	23 mai	3 avril
Début de récolte	12 juillet	26 mai
Fin de récolte	4 nov.	12 nov.

### Composition de la solution nutritive

L'équilibre ionique proposé par SONNEVELD et STRAVER (1992) a été utilisé comme base de la solution nutritive (tabl. 2). Les consignes ont été fixées pour un pH de 5,5 et une conductivité (EC) de 2,6 mS/cm. L'analyse complète de la solution nutritive recyclée a été faite toutes les trois semaines. Le résultat de l'analyse a permis de corriger pour la période suivante les quantités de fertilisants à apporter, de manière à respecter l'équilibre nutritif et la consigne d'alimentation recommandés par SONNEVELD et STRAVER (1992). Cette procédure est conçue pour remédier au déséquilibre des rejets. Le système de recyclage complet réutilise, pour confectionner le nouvel apport nutritif, une partie des éléments en surplus rejetés avec le drainage. Ces rejets varient en fonction de l'absorption par la plante de l'eau et des éléments nutritifs. De plus, certains éléments peuvent s'accumuler du fait de la richesse de l'eau du réseau, aggravant le déséquilibre nutritif.

La préparation de la solution nutritive est guidée par le pH et la conductivité (EC). Le pilotage du pH ne pose pas de problème.

Tableau 2. Composition minérale et équilibre K/Ca de la solution nutritive recyclée du poivron en culture hors sol selon SONNEVELD et STRAVER (1992); macro-éléments (mmol/l).

NO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	K/Ca
19,0	2,0	1,125	1,25	11,0	4,5	1,0	2,4

Tableau 3. Valeurs nutritives minimales et maximales de l'eau du réseau utilisées pour la confection des solutions nutritives recyclées (mmol/l).

Année	pH		EC		SO <sub>4</sub>		Ca		Mg	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
2002	7,3	8,3	0,23	0,30	4,0	31	41,6	65,7	5,7	8,4
2003	7,4	8,1	0,15	0,82	8,0	318	26,8	138,0	2,6	36,4

Celui de l'EC en revanche ne reflète pas les proportions ioniques de la solution nutritive, car on ne connaît pas précisément la quantité d'éléments nutritifs récupérés du drainage.

### Analyses et préparation de la solution nutritive recyclée

Les minima et les maxima de la composition de l'eau du réseau sont donnés dans le tableau 3. Pour les deux années considérées, le pH a été stable. En 2002, l'EC moyenne a été de 0,27 mS/cm; les quantités moyennes en sulfate (16,7 mg/l), en calcium (52,3 mg/l) et en magnésium (7,35 mg/l) étaient peu élevées et n'ont pas posé de problèmes d'accumulation pour la confection des solutions nutritives recyclées. En 2003, par contre, la composition de l'eau du réseau a varié de manière importante (tabl. 3). L'EC moyenne a été de 0,36 mS/cm et les quantités moyennes en sulfate (68,1 mg/l), en calcium (64,8 mg/l) et en magnésium (10,5 mg/l) ont été plus élevées qu'en 2002. On a enregistré des variations épisodiques pendant deux à sept jours. Avec une évolution imprévisible de la durée et de la quantité des éléments apportés par l'eau du réseau (pour le sulfate, par exemple, un facteur de variation de 8 a été atteint en 2002 et de 40 en

2003!) (tabl. 3), la qualité de la solution nutritive recyclée n'est pas assurée en cas de fortes fluctuations.

### Analyses et contrôles de la solution nutritive recyclée

En 2002, les mesures journalières du pH de la solution nutritive recyclée ont varié de 4,8 à 6,4, avec une moyenne de 5,5. Lors des préparations de la solution nutritive, l'EC était en moyenne celle de la norme (2,6 mS/cm). Lors des préparations de la solution nutritive en 2003, les mesures journalières du pH ont varié de 5,4 à 6,5, avec une moyenne de 5,6. La mesure moyenne de l'EC de la solution nutritive a été proche de la norme (2,7 mS/cm). Les valeurs des analyses et des mesures journalières obtenues sont proches des consignes, ce qui démontre le bon fonctionnement du système.

### Apport de la solution nutritive recyclée (fertigation)

L'irrigation a été faite avec un goutte-à-goutte (un goutteur par plante; débit technique 2 l/h). La durée des apports a été de

Tableau 4. Rendements en 1<sup>er</sup> choix des fruits cueillis verts et mûrs et poids moyens des fruits (pm).

Année	Rendements fruits verts		Rendements fruits rouges		Déchets (kg/m <sup>2</sup> )
	1 <sup>er</sup> choix (kg/m <sup>2</sup> )	pm (g)	1 <sup>er</sup> choix (kg/m <sup>2</sup> )	pm (g)	
2002	7,0	136,2	2,0	129,6	0,8
2003	7,4	139,8	4,2	124,0	1,8

Tableau 5. Rendements totaux des poivrons et des fruits en matière fraîche (MF) et sèche (MS).

Année	Rendement total (g/m <sup>2</sup> )		Rendements fruits (g/m <sup>2</sup> )	
	MF	MS	MF	MS
2002	12 123,5	1096,4	9730,4	669,4
2003	19 093,3	1991,1	13 425,3	1057,7

1 minute/irrigation. On a fourni en moyenne 1,2 l de solution nutritive par plante et par jour. La fertigation a été déterminée avec des apports journaliers fixes le matin (deux à cinq selon la période de culture). Des apports complémentaires de solution nutritive recyclée (3 à 28 supplémentaires par jour) ont été apportés en fonction de la radiation journalière.

## Récolte des fruits

Les exigences du marché pour la récolte des poivrons sont de 70 g par fruit au minimum, pour des fruits verts ou mûrs. Les fruits mûrissants sont conduits à maturité; il faut alors 18 à 20 jours de plus pour les obtenir.

## Résultats et discussion

### Rendements

Les rendements en 1<sup>er</sup> choix et les rendements totaux (plantes et fruits) sont consignés dans les tableaux 4 et 5. Le rendement en poivrons de 1<sup>er</sup> choix sur laine de roche, signalé par ANDREAS et REINTGES (2002), était de 89,4 g/m<sup>2</sup>/j et en tous choix de 96,3 g/m<sup>2</sup>/j. Dans nos conditions, les rendements en 1<sup>er</sup> choix ont atteint 77,6 g/m<sup>2</sup>/j en 2002 et 67,8 g/m<sup>2</sup>/j en 2003 sur des substrats organiques. Des différences de rendement peuvent être marquées entre les récoltes effectuées en fruits verts ou à maturité. Le substrat utilisé peut aussi influencer le rendement. Les auteurs cités précédemment ne fournissent pas d'information sur ces points.

### Composition de la solution nutritive

La composition de la solution nutritive recyclée a été ajustée en cours de culture en fonction des résultats d'analyses donnés dans les figures 3 à 6. On relève que les analyses des solutions nutritives recyclées ont montré un niveau moyen inférieur en NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, K et Ca, respectivement de 16, 58, 15 et 1% par rapport à la solution nutritive recyclée corrigée en 2002 et de 37, 73, 4 et 37% en 2003. Le Mg est plus élevé de 5% en 2002 et de 12% en 2003. L'analyse a montré que le sulfate était inférieur de 5% en 2002 et supérieur de 27% en 2003 dans la solution recyclée. Cela provient de l'apport de sulfate par l'eau du réseau, soit 76% en 2003. Les teneurs différentes obtenues pour les divers éléments ont montré la difficulté de maintenir les concentrations ioniques souhaitées en système recyclé; en outre, ces diffé-

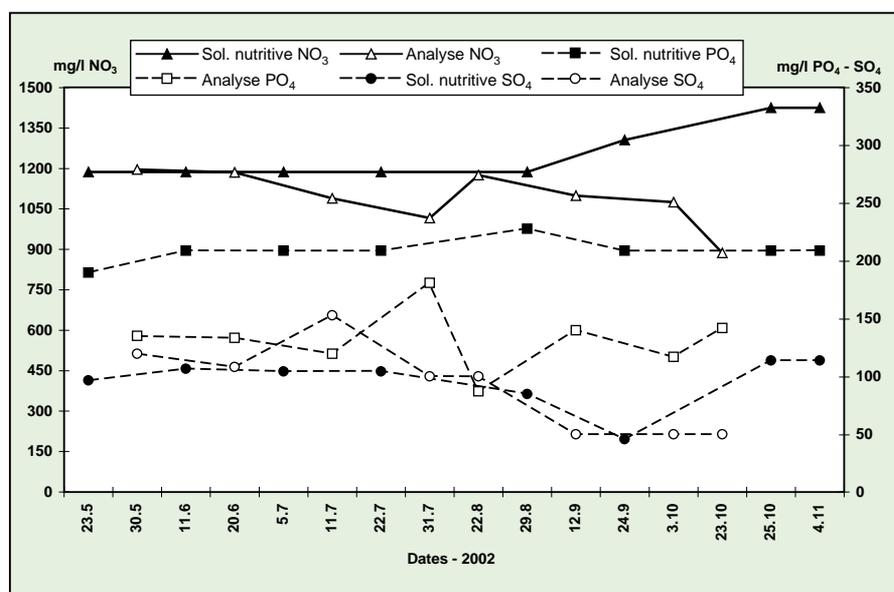


Fig. 3. Corrections de la composition de la solution nutritive et analyses des anions en 2002.

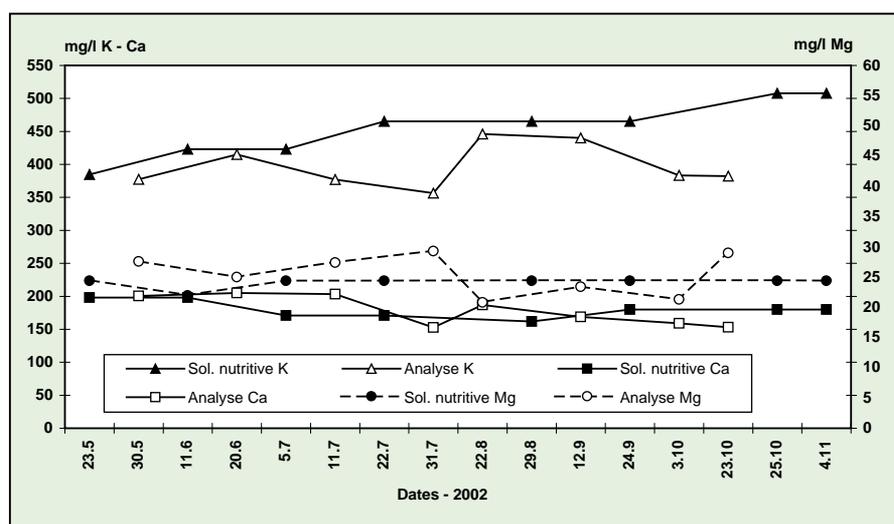


Fig. 4. Corrections de la composition de la solution nutritive et analyses des cations en 2002.

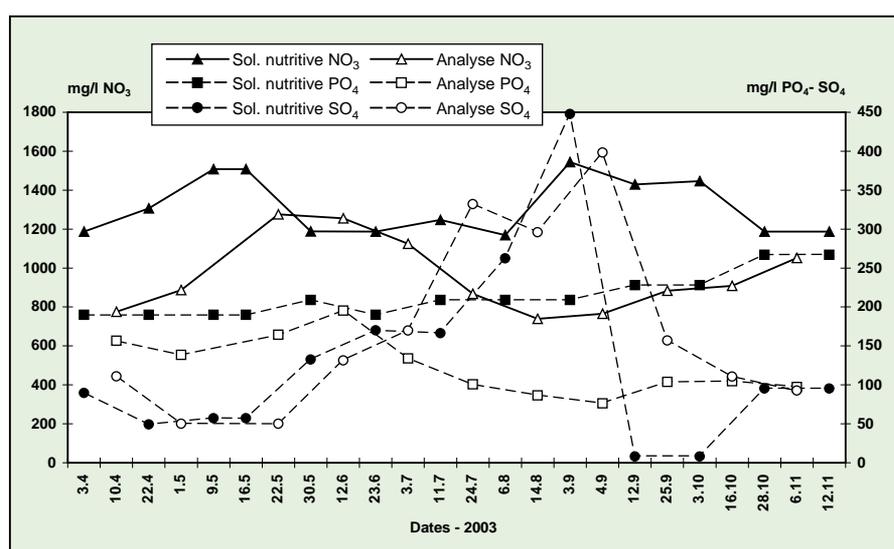


Fig. 5. Corrections de la composition de la solution nutritive et analyses des anions en 2003.

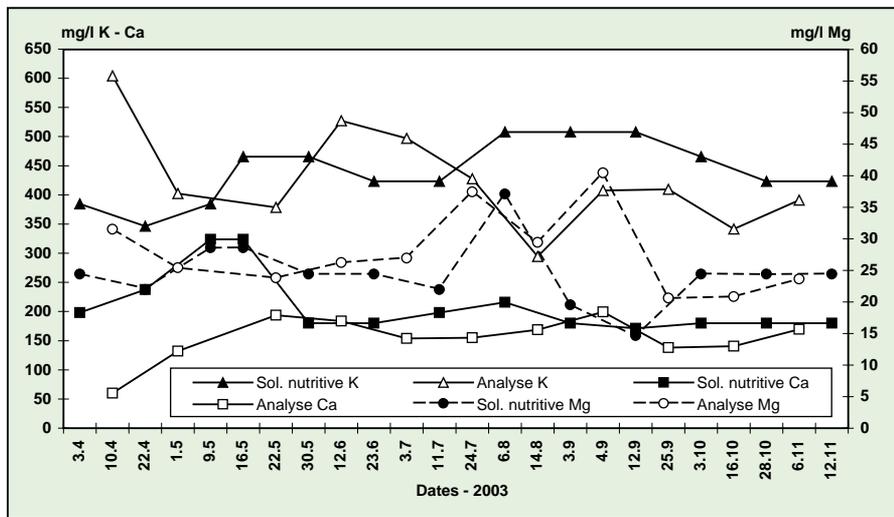


Fig. 6. Corrections de la composition de la solution nutritive et analyses des cations en 2003.

rences ont été importantes d'une année à l'autre. Par rapport à la norme proposée par SONNEVELD et STRAVER (1992), les analyses en 2002 ont révélé un niveau moyen inférieur en NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, K et Ca, respectivement de 8, 47, 6 et 3%. En 2003, le niveau était inférieur en NO<sub>3</sub>,

PO<sub>4</sub> et Ca, de 23, 57 et 20%, tandis que l'apport de K était plus élevé de 1%. Le Mg était plus élevé de 5% en 2002 et de 13% en 2003 par rapport à la norme. Pour sa part, le sulfate dans la solution recyclée était inférieur de 18% en 2002 et supérieur de 37% en 2003 par rapport à la norme.

Tableau 6. Quantités (mmol/plante) et proportions (%) des éléments minéraux consommés par le poivron.

Eléments	Quantités absorbées				Moyenne (%)
	2002		2003		
	(mmol/plante)	(%)	(mmol/plante)	(%)	
NO <sub>3</sub>	1261,73	56,2	1297,39	52,9	54,5
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	71,62	3,2	65,46	2,7	2,9
K	718,86	32,0	852,71	34,8	33,5
Ca	123,28	5,5	148,04	6,0	5,8
Mg	71,36	3,2	88,10	3,6	3,4
K/Ca	5,83		5,76		

Tableau 7. Calcul de la composition de la solution nutritive à partir des proportions des éléments absorbés par les plantes.

Eléments	Solution nutritive selon SONNEVELD et STRAVER (1992)		Moyennes des proportions d'éléments absorbés (%)	Solution nutritive calculée (mmol/l)
	(mmol/l)	(%)		
NO <sub>3</sub>	19	50,7	54,5	20,4
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	2	5,3	2,9	1,1
K	11	29,3	33,5	12,5
Ca	4,5	12	5,8	2,2
Mg	1	2,7	3,4	1,3
CIT <sup>1</sup>	37,5			37,5
K/Ca	2,4			5,7

<sup>1</sup>CIT: concentration ionique totale.

En comparant les résultats moyens des analyses des deux années considérées, les apports en NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub> et Ca se sont révélés inférieurs de 14, 7 et 16% et supérieurs en SO<sub>4</sub>, K et Mg respectivement de 47, 7 et 8% en 2003 par rapport à ceux de 2002.

## Éléments absorbés par la plante, équilibre et adaptation de la solution nutritive

Les résultats figurant au tableau 6 montrent que les quantités d'éléments minéraux consommées par les plantes sont très proches pour les deux années d'expérimentation, indépendamment des différences importantes enregistrées lors de la fabrication des solutions nutritives recyclées.

Par contre, les proportions des éléments nutritifs absorbés par les plantes (tabl. 6 et 7) diffèrent de l'équilibre minéral proposé dans la solution nutritive de SONNEVELD et STRAVER (1992). Cela est particulièrement marqué pour le phosphate, le magnésium, le calcium et, dans une moindre mesure, pour le nitrate et le potassium. Cela se traduit par un apport supérieur dans la solution nutritive calculée de 7% pour le NO<sub>3</sub>, de 14% pour le K, de 30% pour le Mg et par une diminution de 51% pour le Ca et de 45% pour le P (tabl. 7). SONNEVELD et STRAVER (1992) ont précisé que les solutions nutritives proposées pouvaient être sujettes à des modifications; ces auteurs n'ont pas fourni d'indications sur leur méthode de détermination de l'équilibre minéral.

## Conclusions

- ❑ Deux cultures de poivron en 2002 et 2003 ont montré que la composition minérale de la solution nutritive utilisée en système recyclé ne correspondait pas aux teneurs en P, Mg, K et Ca absorbées par la plante.
- ❑ En diminuant la concentration en P à 1,1 mmol/l et celle en Ca à 2,2 mmol/l, en augmentant celle de K et de Mg respectivement à 12,5 et à 1,3 mmol/l, la composition de la solution nutritive devient conforme aux quantités consommées par les plantes et semble mieux adaptée au recyclage complet.

## Remerciements

Cet essai a été réalisé avec le concours de Chr. Darbellay et R. Farinet, que nous remercions pour leur collaboration. Nous remercions également G. Collaud et S. Amiguet de Sol-Conseil pour les analyses des solutions et des végétaux.

## Bibliographie

- ANDREAS C., REINTGES T., 2002. Paprika. Keine Ertragsunterschiede zwischen zwei Steinwolle-Typen und drei Sorten. Versuche im deutschen Gartenbau-Gemüsebau. Rheinischer Landwirtschafts-Verlag GmbH, 53123 Bonn, 233 p.
- JEANNEQUIN B., FABRE R., 1993. Procédé de culture hors sol à circuit fermé. Etudes et perspectives. *PHM Revue horticole* **338**, 21-26.
- DE KREIJ C., VOOGT W., BAAS R., 2003. Nutrient solutions and water quality for soilless cultures. Naaldwijk Office, P.O. Box 8, 2670AA Naaldwijk. Revised version, Brochure 191, 34 p.
- MAGEN H., 1999. Recirculating nutrient solutions in greenhouse production. 9th IP-ISSAS Regional Workshop, December 5-8, Haikou, Hainan, PRC, 8 p.
- MORARD P., 1995. Les cultures végétales hors sol. S.A.R.L. Publications Agricoles. Agropôle, BP 200, F-47931 Agen, 304 p.
- PIVOT D., REIST A., GILLIOZ J.-M., RYSER J.-P., 1996. Qualité de l'eau d'irrigation, environnement climatique et nutrition de la tomate cultivée sur substrat en solution recyclée. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **28** (6), 399-405.
- REIST A., PIVOT D., GREUTERT F., 1995. Ajustement automatique des ions nitrates dans les solutions nutritives pour les cultures hors sol. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **27** (3), 185-189.
- SONNEVELD C., STRAVER N., 1992. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. PTG serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw no 8, 9e edition, PTG Naaldwijk, 45 p.
- SONNEVELD C., VAN DER WEES A., 1989. Voedingsoplossingen voor teeltren in steenwol in het Westland en de Kring.Tomaat, Komkommer, Paprika, Aubergine. PTG serie: Voedingsoplossingen glastuinbouw no 1, 7e edition, PTG Naaldwijk, 32 p.

## Summary

### Sweet pepper: adaptation of nutritive solution for recycled systems

To evaluate the nutritive solution recommended for soilless production of sweet pepper with complete drainage recycling, two trials were carried out in greenhouse in 2002 and 2003. The recommended ionic balance used in the nutritive solution was adapted along the cultivation period to adjust the variations of the tap water quality and the composition of the recycled nutrient solution.

The analysis of the mineral composition of the plants showed that the proportions of the elements consumed by sweet pepper did not correspond to those provided by the nutritive solution; imbalances were revealed for the elements P, K, Ca and Mg. By decreasing the concentration of P to 1.1 mmol/l and that of Ca to 2.2 mmol/l and by increasing the concentration of K and Mg respectively to 12.5 and 1.3 mmol/l, the composition of the nutritive solution corresponds better to the quantities consumed by the plants and is more adapted for complete recycling system.

**Key words:** mineral composition, nutrient solution, recycled solution, soilless, sweet pepper.

## Zusammenfassung

### Anpassung der Nährlösung bei Gemüsepaprika in Recycling-System

Im Jahre 2002 und 2003 wurden zwei Versuche bei Gemüsepaprika durchgeführt. Es ging hierbei um die Beurteilung der empfohlenen Nährlösung im geschlossenen System (Recycling). In Abhängigkeit der Nährwerte des Wassers und der zurückgewonnenen Nährlösung wurden die verwendeten Ionengleichgewichte der Nährlösung während der Kulturdauer angepasst. Die Analyse der Mineralgehalte der Pflanzen hat gezeigt, dass der Anteil der aufgenommenen Elemente nicht der mineralischen Zusammensetzung der verabreichten Nährlösung entsprach. Ungleichgewichte wurden bei P, K, Ca und Mg festgestellt. Bei Verminderung des P-Gehaltes auf 1,1 mmol/l sowie desjenigen von Ca auf 2,2 mmol/l und bei gleichzeitiger Erhöhung des K und Mg-Gehaltes auf 12,5 beziehungsweise auf 1,3 mmol/l entspricht die Nährlösung den von der Pflanze aufgenommenen Elementen. Diese Nährlösung ist demzufolge für geschlossene System geeigneter.

## Riassunto

### Peperone: adattamento della soluzione nutritiva nel sistema di riciclaggio completo

Due esperimenti sono stati messi a punto in serra nel 2002 e nel 2003 allo scopo di valutare la soluzione nutritiva raccomandata per il riciclaggio completo per la coltura di peperone. Gli equilibri ionici raccomandati, utilizzati nella soluzione nutritiva, sono stati aggiustati nel corso della coltura secondo i valori nutritivi dell'acqua della rete ed i risultati delle analisi della soluzione riciclata.

L'analisi della composizione minerale delle piante ha dimostrato che la proporzione degli elementi consumati dal peperone non corrispondono a quelli forniti dalla composizione minerale della soluzione nutritiva raccomandata; lo squilibrio è stato individuato per gli elementi P, K, Ca e Mg. Diminuendo la concentrazione in P a 1,1 e quella del Ca a 2,2 mmol/l ed aumentando quella del K e del Mg rispettivamente a 12,5 e a 1,3 mmol/l, la composizione della soluzione nutritiva diviene conforme alle quantità consumate dalle piante e meglio adattata per il riciclaggio completo.

V I N A L Y T I K



Certifié selon ISO 9001-2000

Votre partenaire pour l'analyse des vins

Vinalytik • Franzosenstr. 14 • CH-6423 Seewen  
Téléphone 041 819 34 68 • Fax 041 819 34 74  
E-mail: info@vinalytik.ch • www.vinalytik.ch

## PÉPINIÈRES VITICOLES

production personnelle:

JEAN-CLAUDE

- gage de qualité
- nombreuses références auprès des viticulteurs suisses depuis 20 ans



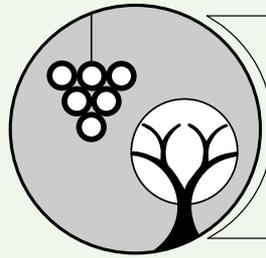
73250 FRETERIVE  
FRANCE

TÉL. 00 33 479 28 54 18

00 33 479 28 50 22

FAX 00 33 479 28 68 85

E-MAIL: jeanclaud.fay@wanadoo.fr



## Table des matières – Volume 36 – 2004

N°	Pages	Editoriaux
1	7	<b>Stäubli A.:</b> De nouveaux défis pour l'arboriculture fruitière
2	69	<b>Carlen Ch.:</b> Symbiose entre tradition et progrès: la clé du succès des plantes aromatiques et médicinales
3	133	<b>Maigre D.:</b> Viticulture: le défeuillage de la zone des grappes a-t-il un impact sur la qualité?
4	188	<b>Guyot Ch. et Dupraz Ph.:</b> Quelle maturité pour les raisins de cuve?
4	189	<b>Murisier F.:</b> Le terroir, véritable identité des vins suisses
5	253	<b>Spring J.-L.:</b> Sélection de nouveaux cépages à Changins: une entreprise visionnaire?
6	317	<b>Rey Ch.:</b> Pas si simple... la culture des simples!
<b>Agroscope RAC Changins</b>		
2	113-119	<b>Bouillant S., Mittaz Ch., Cottagnoud A., Branco N. et Carlen Ch.:</b> Premier inventaire des populations de ravageurs et auxiliaires sur plantes aromatiques et médicinales de la famille des <i>Lamiaceae</i>
5	263-267	<b>Carlen Ch., Neyroud J.-A., Carron C.-A. et Rey Ch.:</b> Effets de différents engrais azotés organiques sur le rendement de plantes aromatiques
1	51-55	<b>Carron C.-A., Rey Ch. et Bruttin Bénédicte:</b> Essai de variétés de basilic en montagne
2	95-100	<b>Charmillot P.-J. et Pasquier D.:</b> Isonet: une nouvelle gamme de diffuseurs pour la lutte par confusion contre les vers de la grappe
3	141-145	<b>Charmillot P.-J., Pasquier D. et Verneau Stéphanie:</b> Efficacité larvicide de différents insecticides incorporés au milieu artificiel d'élevage sur les vers de la grappe. 1. Tests sur eudémis <i>Lobesia botrana</i>
4	191-196	<b>Charmillot P.-J., Pasquier D. et Verneau Stéphanie:</b> Efficacité larvicide de différents insecticides incorporés au milieu artificiel d'élevage contre les vers de la grappe. 2. Tests sur cochylis <i>Eupoecilia ambiguella</i> et comparaison avec les tests sur eudémis <i>Lobesia botrana</i>
6	325-332	<b>Cuénat Ph., Brégy Ch.-A., Lorenzini F. et Viret O.:</b> Qualité des vins doux (liquoreux): comparaison de diverses techniques d'élaboration
1	(Supplément)	<b>Delabays N., Linder Ch. et Viret O.:</b> Index phytosanitaire pour la viticulture 2004
1	(Supplément)	<b>Delabays N., Linder Ch. et Viret O.:</b> Index phytosanitaire pour l'arboriculture 2004
4	215-221	<b>Fischer S. et Gros Pauline:</b> La mouche <i>Scatella tenuicosta</i> Collin, commensale des cultures sous abri
1	9-15	<b>Henriot Carole, Monney Ph. et Evéquois N.:</b> Réponse photosynthétique des feuilles de pommier à la lumière selon leur position dans la couronne et effet d'un ombrage induit
2	87-92	<b>Lê C. L. et Abdelhamid S.:</b> Microgreffage <i>in vitro</i> du châtaignier ( <i>Castanea sativa</i> Mill.). Premiers résultats
1	39-42	<b>Maigre D.:</b> Comportement de quatre clones de Gewürztraminer dans le bassin lémanique
3	165-172	<b>Maigre D.:</b> Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 1. Influence sur le microclimat des grappes

- 4 223-229 **Maigre D.:** Défeuillage et éclaircissement des grappes en viticulture. Essai sur Chasselas dans le bassin lémanique. 2. Influence sur la qualité du raisin et du vin
- 5 255-261 **Maigre D.:** Plants produits par greffe herbacée et greffe classique en viticulture. Comparaison du comportement agronomique et œnologique de la vigne adulte
- 5 (Au centre) **Maigre D.:** Trois nouvelles fiches de cépages: Carminoir, Galotta et Viognier
- 6 320-322 **Maigre D.:** Comportement de cinq clones de Sauvignon blanc et d'un clone de Sauvignon gris
- 6 343-348 **Michel V.:** L'antracnose de la guimauve
- 3 177-182 **Monney Ph. et Henriot Carole:** Effet de la lumière sur la teneur en sucres des pommes
- 6 355-359 **Murisier F. et Ferreti M.:** Essai de défeuillage de la zone des grappes sur Merlot au Tessin
- 3 149-154 **Murisier F., Ferretti M. et Zufferey V.:** Essais de limitation de rendement sur Merlot au Tessin. Effets sur la qualité des raisins et des vins
- 1 45-49 **Murisier F. et Zufferey V.:** Influence de la densité de plantation sur le comportement agronomique de la vigne et sur la qualité des vins: essais sur Chasselas. 2. Résultats œnologiques
- 6 368-372 **Pivot D. et Gillioz J.-M.:** Poivron: adaptation de la solution nutritive en système recyclé
- 4 207-214 **Ramel Maria-Elena, Gugerli P., Bourquin L. et De Meyer J.:** Diagnostic immuno-enzymatique des maladies du bois strié du pommier et du jaunissement des nervures du poirier à l'aide d'anticorps monoclonaux
- 6 337-341 **Rey Ch., Carron C.-A., Cottagnoud A., Bruttin Bénédicte et Carlen Ch.:** La variété d'hysope officielle «Perlay»
- 5 297-301 **Rey Ch., Carron C.-A., Cottagnoud A., Schweizer N., Bruttin B. et Carlen Ch.:** Nouveaux hybrides de thym vulgaire
- 5 289-294 **Scettrini S. et Jelmini G.:** Test de différents substrats pour la culture hors sol de la tomate
- 2 83-86 **Schaub L. et Gianettoni D.:** Sensibilité du psylle du poirier aux produits larvicides et ovicides
- 5 269-272 **Siegrist J.-P. et Cotter P.-Y.:** Essai d'entreposage frigorifique de pommes Braeburn en atmosphère pauvre en oxygène
- 3 159-163 **Spring J.-L.:** Influence de la date de vendange sur la qualité des vins de Gamaret
- 6 361-365 **Spring J.-L.:** Influence de la date des vendanges sur la qualité des vins de Garanoir
- 1 19-24 **Spring J.-L.:** Influence d'un revêtement de sol réfléchissant la lumière sur le comportement de la vigne et la qualité des moûts et des vins
- 3 135-139 **Stäubli A.:** Faits marquants dans la recherche à Agroscope RAC Changins en 2003. Viticulture, arboriculture et horticulture

### **En collaboration avec Agroscope FAW Wädenswil et l'Institut de recherche en agriculture biologique**

- 1 29-36 **Kellerhals M., Angstl Julia, Pfammatter W., Rapillard Ch. et Weibel F.:** Portrait des variétés de pommes résistantes à la tavelure

### **En collaboration avec l'Université de Bologne (I) et l'Etat du Valais**

- 2 71-75 **Costa G., Noferini M., Fiori G., Rossier J. et Pfammatter W.:** Application de la technique du NIRs à l'analyse de la qualité de deux variétés d'abricots: Bergarouge® (Arivine) et Goldrich

### **En collaboration avec l'Université de Neuchâtel**

- 6 349-354 **Abdelhamid S., Conedera M., Küpfer P. et Lê C. L.:** Identification moléculaire des variétés de châtaignier en Suisse

### **En collaboration avec le Musée national, Château de Prangins**

- 3 (Au centre) **Badoux S., Corbaz R. et Rey Ch.:** 8 fiches d'anciennes espèces potagères: le poireau, la laitue, le pois, le navet ou rave, les prunes, les camomilles, la sauge sclarée, la marjolaine

### **En collaboration avec l'Institut de recherche de l'agriculture biologique**

- 4 199-203 **Daniel Claudia, Wyss E. et Linder Ch.:** Application de soufre en automne: une nouvelle manière de lutter contre l'ériophyde à galles du poirier

## En collaboration avec Prométerre, le Bureau d'études SIGALES (F) et l'EPFL

- 4 Supplément **DOSSIER «ÉTUDE DES TERROIRS VITICOLES VAUDOIS»:**  
4 4-10 **Letessier Isabelle et Fermond C.:** Caractérisation des sols  
4 2-3 **Murisier F. et Briguet C.:** Méthodologie, organisation, perspectives  
4 14-20 **Murisier F. et Zufferey V.:** Comportement physiologique et agronomique de la vigne  
4 10-14 **Pythoud Karine:** Modélisation des paramètres climatiques

## En collaboration avec Agroscope FAW Wädenswil

- 5 275-277 **Siegrist J.-P., Höhn E. et Gasser F.:** Recommandations 2004-2005 aux entrepositaires de fruits et légumes  
5 (Au centre) **Viret O. et Siegfried W.:** Fiche technique sur la maladie de l'esca

## Agroscope FAW Wädenswil

- 2 77-81 **Schwizer Th.:** Formation des cerisiers et taille à onglets

## Ecole d'ingénieurs de Changins

- 4 235-241 **De Montmollin Simone, Dupraz Ph., Guyot Ch. et Sieffermann J.-M.:** Suivi de la maturation des raisins de cépages rouges: phase 1 Gamaret  
4 231-234 **Guyot Ch. et Dupraz Ph.:** Déguster les baies pour suivre la maturité du raisin

## Institut de recherche de l'agriculture biologique

- 5 281-286 **Weibel F., Chevillat Véronique et Tschabold J.-L.:** Nouvelles perspectives pour l'éclaircissage floral en culture biologique du pommier

## Office fédéral de l'agriculture

- 2 (Encart) **Gut D. et Hilber U.:** Agroscope: la recherche agronomique suisse 2004-2007

## Service romand de vulgarisation agricole

- 2 105-111 **Berret F. et Praz P.:** Le concept de développement interne est-il applicable aux cultures maraîchères?

## Nouveautés de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

- 1 61 Recherche appliquée à l'EIC: aperçu de l'avancement des principaux projets  
2 121-122 Fiches œnologie, dernières-nées d'une série à succès!  
3 175-176 L'Ecole d'ingénieurs de Changins et la filière Œnologie de la HES-SO  
4 243 Nouvelle formation modulaire à l'Ecole spécialisée de Changins: qu'en est-il des employeurs?  
5 303-304 Du nouveau dans le «Projet Barrique»: un outil analytique comme aide à la sélection des fûts  
6 366-367 Le coffret de dégustation pour œnophiles deVINette: un projet de la volée 2002-2005 de la filière œnologie de la HES-SO. Bactéries œnologiques: des *Pediococcus* dignes d'intérêt?

## Chroniques

- 2 120 Nouvelles plantes soumises au passeport phytosanitaire  
2 127 Appel aux acteurs de la filière des plantes aromatiques et médicinales  
3 130 Portes ouvertes du Centre des Fougères Agroscope RAC Changins  
3 148 *Œnologie 2003*  
4 205 Le «Munder Safran» est enregistré comme AOC  
5 307 Comment déceler soi-même les maladies des arbres?

# «On parie que ...?»

... vous trouvez un  
tracteur à voie étroite de 85 CV  
à moins de Fr. 60' 000.- net?



Si vous ne le trouvez pas, nous vous livrons  
le nouveau tracteur à voie étroite de 85 CV au  
prix net au comptant garanti dès  
**Fr. 54' 900.-** (TVA incluse)  
jusqu'en juin 2005

- Moteur turbo diesel 4 l ultramoderne (COM II / PLD)  
à entretien minimal
- Boîte à 5 vitesses et 3 régimes sous charge et vitesse rampante
- 3 régimes de prise de force (540/750/1000 t/mn)
- Commande électro-hydraulique de prise de force, différentiel et 4RM
- Angle de braquage 60°
- Véritables freins à disque à bain d'huile sur les 4 roues
- «Overspeed» économique (40 km/h à env. 1800 t/mn)
- Cabine confort d'origine avec chauffage et bien plus....!

Attention, pour une livraison en avril-mai, commandez au plus tard au 31.01. 2005!

## «Tope là, pari tenu!»

Le groupe SAME DEUTZ-FAHR est un pur spécialiste du tracteur, disposant d'une **technique d'avant-garde**. Son système de distribution direct via des succursales vise à couvrir les frais et non comme pour les importateurs conventionnels à maximiser les gains. Donc des **prix loyaux** pour l'agriculture suisse. Une équipe de 15 spécialistes formés professionnellement ainsi qu'un réseau de distribution et de service SDF officiel garantissent la **compétence professionnelle**. Le centre mondial de logistique et de pièces détachées de Lauingen (D) assure un service de livraison de nuit (24 h sur 24) jusque dans le dernier recoin de la campagne suisse. Plus de 25'000 tracteurs SDF vendus en Suisse le prouvent: **rentabilité élevée - frais fixes bas - service rapide**.

**Votre concessionnaire s'en porte garant:** Besanct Jean-Marc, Coffrane – Bonvin Frères, Conthey – Bugnon Michel SA, Torny-le-Grand – Cortellini René, Duillier – Deillon Bernard SA, Moudon – Deschenaux Christophe SARL, Vauderens – Dupasquier Claude, La Tour-de-Trême – Feuz José, Bex – Finger SA, Les Ponts-de-Martel – Garage des 3 Sapins SA, Prêles – Gatherat Denis, Courtedoux – Grin Christian, Lavigny – Imhof Jean-Marie, Penthaz – Jornayvaz Paul, Château d'Oex – Marchon Benoit, Cugy – Morisoli e Figli SA, Monte Carasso – Neukomm Francis, Malleray – Perrin & Stampfli S.à.r.l., Thierrens – Pichonnaz et fils SA, Porsel – Poncet SA, Champvent – Ravaz Thierry, Granges – Reparex, Lamboing – Ries & Fils SA, Servion – Saillet & CIE, Meinier – Streit Gérald, Monible – UMATEC Domdidier – UMATEC Treyvaux

Votre concessionnaire vous renseigne volontiers et vous soumet une offre personnelle. Ou appelez le 079 631 49 80.



**SAME DEUTZ-FAHR SCHWEIZ AG**

CH-9536 Schwarzenbach - Pfattstrasse 5 - Téléphone 071 929 54 54 - [www.samedeutz-fahr.ch](http://www.samedeutz-fahr.ch)