



# Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture

Mai-Juin 2006 - Vol. 38 - N° 3

Prix: 12.-

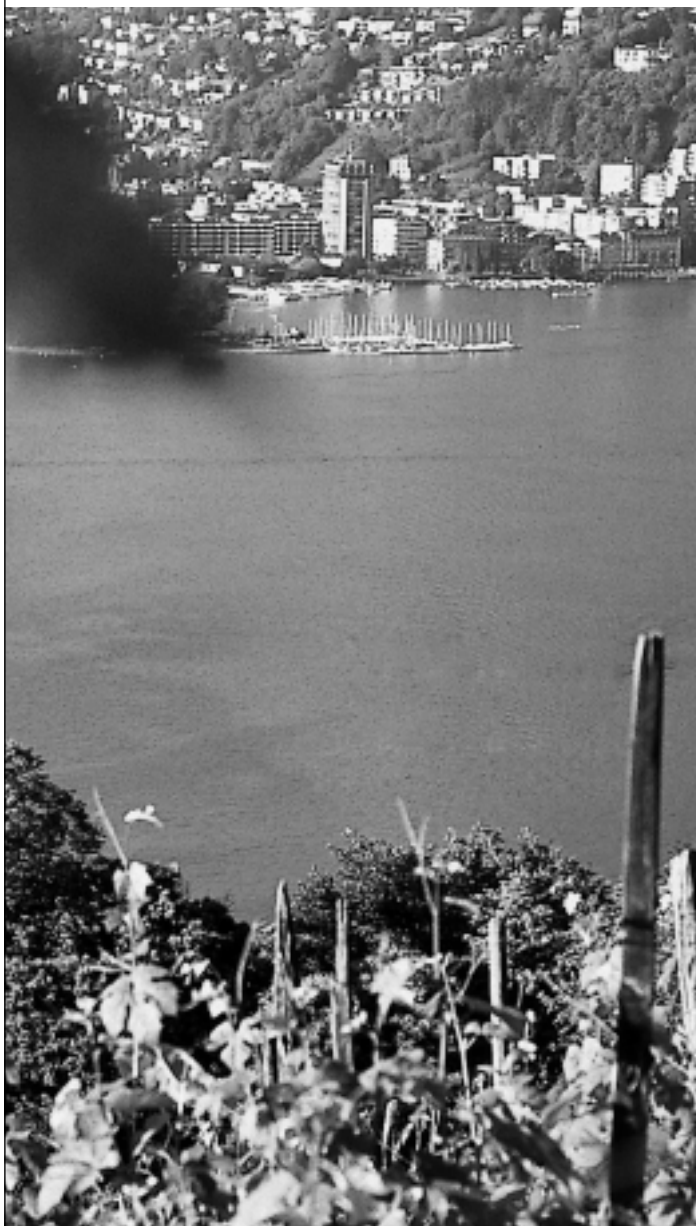
Publiée par la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, l'Ecole d'ingénieurs de Changins, Agridea et avec l'appui d'Agora



# 1-2 Septembre 2006

Hotel De la Paix, Lugano

SIMPOSIO INTERNAZIONALE  IL MERLOT



## Vendredi 1er septembre 2006

09h00-16h30

### LA VITICULTURE

(Président de la matinée : Dr. F. Murisier)

- Allocution de bienvenue du Président d'Honneur et présentations. Salutations du délégué OIV.
- Origine, diffusion et adaptation du Merlot dans le monde, diversité du cépage. (Prof. M. Fregoni)
- Le Merlot dans l'environnement du Canton du Tessin.
  - Aspects écophysologiques. (Dr. F. Murisier)
  - Aspects pathologiques. (Ing. M. Jermini)
- Caractéristiques des terroirs du Canton du Tessin, premiers résultats de l'étude.
  - Aspects géopédologiques. (Ing. J. Letessier)
  - Aspects climatiques. (Ing. K. Pythoud e Ing. F. Spinedi)

### L'ŒNOLOGIE

(Président de l'après-midi : Prof. M. Fregoni)

- Caractéristiques des parfums et des arômes du Merlot. Rôle du pH et de l'acidité. (Prof. A. Bertrand)
- Nouvelle méthode de mesure du potentiel de réduction des vins rouges, dont le Merlot. (Prof. S. Fabre)
- Intérêt, compréhension et partage des phénomènes colloïdaux dans l'élevage des vins de Merlot. (Prof. N. Vivas)
- Fin des exposés.
- Invitation à la dégustation de Merlot traditionnel, en barrique et millésimes.

## Samedi 2 septembre 2006

09h00-12h30

### LE MARKETING

(Président de la matinée : Prof. M. Baggiolini)

- Bienvenue et présentation. Les opportunités de marketing pour les vins monocépage. (Dr. M. Marengli)
- La communication du Merlot du Tessin. (Dr. F. Lurati)
- Architecture et culture viticole. (Arch. M. Botta)
- Développement et marketing d'une petite région viticole émergente, exemple du Priorat (Espagne). (Dr. J.Ll. Pérez)
- Fin des exposés et déjeuner.
- L'après-midi, possibilité de visites guidées de différentes caves tessinoises.

### FRAIS DE PARTICIPATION

Symposium complet (repas inclus) 250,00 CHF / 160,00 EUR  
Modules séparés (1 repas inclus) 90,00 CHF / 60,00 EUR

Informations complémentaires et inscription chez le secrétariat Merlot06: Mme S. Princigalli, Tel. ++41 (0)91 604 62 54, info@merlot06.ch

[www.merlot06.ch](http://www.merlot06.ch)

RAIFFEISEN

coop



syngenta



schneider umwelttechnik ag

CON IL PATROCINIO:

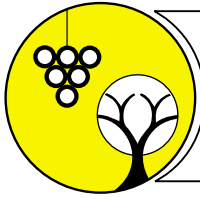


1906 2006



100 anni di  
Merlot in Ticino





## Sommaire



### Photo de couverture:

Le bousinage – ou seconde chauffe – des fûts dépend de la main et de l'œil du tonnelier. C'est en effet en appréciant la température à la surface externe des douelles et la couleur de la surface interne du fût qu'il évalue le degré de transformation thermique. Le projet de recherche «barrique» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins a développé un outil de contrôle simple, assurant la reproductibilité et la quantification du processus de chauffe (voir l'article de Rawlyer *et al.* en p. 151).

(Photo Agroscope  
Changins-Wädenswil ACW)

### Editorial

De l'élevage du vin dans le bois au trempage du bois dans le vin 149  
F. MURISIER

### Ecole d'ingénieurs de Changins

#### Projet «Fûts de chêne suisses» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins:

|   |     |
|---|-----|
| Fûts de chêne du terroir pour vins du terroir<br>Judith AUER  | 150 |
| Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie<br>A. RAWLYER, Judith AUER et Nicole DUMONT-BEBOUX | 151 |

### Agroscope Changins-Wädenswil ACW

Distance interligne et hauteur de la haie foliaire en viticulture.  
2. Incidence sur le statut hydrique de la vigne 161  
V. ZUFFEREY et F. MURISIER

Neuf ans de lutte par confusion contre les vers de la grappe à Yvorne 167  
P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER

Incidence du type de plant et de la date de plantation sur le rendement  
et la précocité des fraises sous tunnel plastique 177  
A. ANÇAY, Catherine BAROFFIO et Ch. CARLEN

Succès de la lutte par confusion sexuelle contre la sésie du groseillier 183  
Ch. CARLEN, Catherine BAROFFIO, Ch. MITTAZ et Ch. AUDERSET

Faits marquants dans la recherche à Changins en 2005 195  
A. STÄUBLI et J.-Ph. MAYOR

### Médiplant

Stade phénologique et qualité des hampes florales du genépi blanc 189  
X. SIMONNET, M. GAUDIN, P. JACQUEMETTAZ, U. PIANTINI et Ch. REY

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

Les levures *Brettanomyces*, un problème international, même en Suisse 203

### Informations agricoles

Metrohm: Wine Titrino, la clé du succès pour vos analyses de vins 194  
Aebi: deux talents d'exception sur les pentes raides 206

### Chronique

Produire des Fruits en Agriculture biologique 206

## 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).  
CP 1006, 1260 Nyon 1 (Suisse) – www.amtra.ch

**RÉDACTION:** André Maillard (directeur et rédacteur en chef)  
Eliane Rohrer et Sibylle Willi  
tél. (+41) 22 363 41 54, fax (+41) 22 363 41 55,  
e-mail: eliane.rohrer@acw.admin.ch

**COMITÉ DE LECTURE:** J.-Ph. Mayor (directeur), Ch. Carlen, N. Delabays,  
P. Gugerli, F. Murisier et O. Viret (ACW)  
C. Briguet (directeur) EIC  
Dominique Barjolle (directrice) Agridea

**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

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

### SERVICE DES ABONNEMENTS

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 (2006)

|                     | 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 Changins-Wädenswil ACW, 1260 Nyon 1  
Tél. (+41) 22 363 41 51/52 ou fax (+41) 22 363 41 55  
E-mail: pierre-alain.nussbaum@acw.admin.ch

CCP 10-13759-2 ou UBS Nyon, compte CD-100 951.0 ou chèque

# Verre sur mesure

1.

Service sur mesure:  
aussi individuel que vos désirs.

2.

Qualité sur mesure:  
la norme ISO 9001 et notre  
support technique vous  
garantissent la meilleure qualité.

3.

Economies sur mesure:  
une logistique adaptée à vos besoins  
permet de réduire vos coûts.

4.

Design sur mesure:  
conseil, assistance et connaissance du  
marché permettent à chaque verre  
d'exprimer sa vraie nature.

5.

Vetropack SA  
Rue de la Verrerie  
CH-1163 St-Prex  
Tel.: +41 (0) 21 823 13 13  
Fax: +41 (0) 21 823 13 10  
E-Mail: [marketing@vetropack.ch](mailto:marketing@vetropack.ch)  
[www.vetropack.com](http://www.vetropack.com)



**vetropack** 

## De l'élevage du vin dans le bois au trempage du bois dans le vin

*L'élevage du vin dans le bois est une pratique très ancienne. Selon certains auteurs, la fabrication des barriques remonterait au IX<sup>e</sup> siècle avant notre ère et serait due aux Celtes. Toutefois, le tonneau ne remplace véritablement l'amphore qu'à partir du II<sup>e</sup> siècle après J.-C. Les volumes des tonneaux variaient sensiblement d'une région à l'autre. La normalisation des barriques n'intervient qu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Les dimensions de la barrique bordelaise (225 l), utilisée aujourd'hui de manière quasi universelle dans l'ensemble du monde viticole, ont été arrêtées en 1858 par la Chambre de commerce de Bordeaux et inscrites dans la loi.*

*Dès la fin du Moyen Age, le bois de chêne s'impose au détriment du châtaignier, du hêtre ou du bouleau. La vinification du vin en fûts de chêne a d'abord été pratiquée dans les vignobles prestigieux de Bourgogne et de Bordeaux pour l'élaboration des crus les plus renommés. La technique d'élevage en barrique permet de stabiliser la couleur du vin, d'assouplir ses tanins et de complexifier ses composés aromatiques et phénoliques. L'apport du bois est d'autant plus important que le fût est jeune. Tout l'art de l'élevage repose sur la recherche de l'harmonie entre le vin et le bois. L'âge de la barrique, l'origine et l'espèce de chêne, la durée de séjour dans le bois sont les éléments essentiels de cette harmonie. Dans un élevage réussi, le vin et le bois doivent s'enrichir mutuellement. Le bois ne devrait en aucune manière dominer la typicité conférée au vin par le cépage et le terroir.*

*La réputation acquise par les grands crus français élevés en barrique et leur grand potentiel de vieillissement sont certainement à l'origine de l'engouement généralisé pour le fût de chêne. Au cours de ces dernières années, cette pratique s'est étendue à l'ensemble des pays viticoles du monde. Un goût boisé plus ou moins marqué selon les pays et les types de vin s'est imposé au niveau mondial et bon nombre de consommateurs l'associent aux caractères propres du vin. La demande en fûts de chêne a explosé et la France, principal producteur mondial, n'arrive plus à satisfaire les besoins avec du chêne pro-*

*venant de ses propres forêts. Les tonnelleries sont contraintes d'utiliser du chêne d'autres provenances. Les garanties de qualité ne sont ainsi plus parfaitement assurées.*

*Depuis 2001, l'Ecole d'ingénieurs de Changins a entrepris, avec différents partenaires de la filière du bois et du vin, une importante étude sur l'utilisation du bois de chêne suisse en tonnellerie. Les résultats sont très probants et une marque de garantie a été déposée (voir la présentation de Auer en page 150 et l'article de Rawlyer et al. en page 151 qui traite de la maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne suisses et des répercussions de ce procédé sur l'arôme des vins).*

*L'élevage du vin en barrique est une opération coûteuse. Actuellement, une nouvelle technique nettement moins onéreuse fait son apparition dans le monde du vin: le trempage de morceaux de bois de chêne dans le vin. Certains assimilent cette opération à une aromatisation du vin, pratique interdite, et dénoncent une tromperie du consommateur. D'autres, au contraire, affirment que l'effet des copeaux de chêne sur le vin est similaire à celui de l'élevage en fût. L'Organisation internationale de la vigne et du vin (OIV) a récemment autorisé l'usage des morceaux de bois de chêne et en a défini les exigences de qualité. L'Union européenne prépare actuellement un règlement sur les modalités d'utilisation des morceaux de bois de chêne dans le vin. Le projet prévoit que les indications «fermenté», «élevé» ou «vieilli» en barrique ou fût de chêne devraient être strictement réservées aux vins ayant été vinifiés dans un contenant de bois de chêne.*

*Dans l'intérêt même de la branche vitivinicole, l'information donnée au consommateur doit être la plus transparente possible. Les règles d'appellations d'origine contrôlée ou de chartes particulières de qualité peuvent contribuer à garantir l'authenticité des produits.*

François Murisier  
Agroscope Changins-Wädenswil ACW



E-mail: francois.murisier@acw.admin.ch

## Le Projet «Fûts de chêne suisses» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

# Fûts de chêne du terroir pour vins du terroir

L'élevage sous bois permet d'enrichir le vin en composés aromatiques et phénoliques. De plus, le bois étant poreux, cette vinification induit d'intéressantes modifications physico-chimiques en stabilisant la couleur du vin et en assouplissant ses tanins. Toutefois, cette bonification ne peut avoir lieu que si le chêne apporte des caractères boisés agréables, adaptés à la vendange et au vin.

Lors de l'achat d'un fût, le vinificateur précise son volume et sa forme et choisit son degré de chauffe. La chauffe permet de modifier et d'orienter la composition chimique du bois et donc du vin. L'énergie thermique d'un foyer, placé à l'intérieur du fût, provoque une dégradation partielle des celluloses, hémicelluloses et lignines du bois dont l'amplitude est fonction de la température et de la durée de la chauffe. Les tonnelleriers caractérisent les chauffeuses à l'aide d'un code, définissant des chauffeuses légères (L), moyennes (M) ou fortes (F). Ces codes ne donnent malheureusement pas de précisions sur les conditions réelles du traitement. De plus, ces codes ne sont pas normalisés et restent donc propres à chaque tonnellerie.

Par ailleurs, la qualité finale d'un vin élevé sous bois ne dépend pas uniquement de paramètres tels que volume, forme et degré de chauffe du fût. Elle est également étroitement corrélée à toutes les opérations de transformation du bois situées en amont, en particulier l'abattage des chênes, le débitage des grumes, leur préparation et le séchage des merrains. De plus, il s'est avéré que le bois de chaque espèce et de chaque terroir chêne développe un complexe aromatique original et unique. Ainsi, une parfaite maîtrise de l'élevage des vins sous bois passe par la connaissance précise de l'espèce, de l'origine du chêne et des principales opérations de tonnellerie. Qu'en est-il aujourd'hui?

Le principal pays producteur de fûts de chêne est la France. La tonnellerie française a connu, depuis quinze ans, un essor considérable et a fortement augmenté ses exportations. Ces dernières ont été favorisées par le développement de pays viticoles tels que l'Australie, la Nouvelle-Zélande, l'Afrique du Sud, le Chili et l'Argentine, en quête de fûts de chêne de qualité pour leurs vins haut de gamme. Bien que la France possède de vastes forêts de chênes (Allier, Limousin, Tronçais, Nièvre, Vosges, Bourgogne,...), une raréfaction et une augmentation du prix des bois ont incité des tonnelleriers à s'approvisionner ailleurs (Amérique, Roumanie, Hongrie, Russie, etc.). Dans ce cas, lors de l'achat d'un fût, le vinificateur achète un bois d'origine américaine ou européenne sur lequel les informations sont souvent très lacunaires, ce qui rend la maîtrise de l'élevage sous bois très aléatoire.

Les vins suisses élevés en fûts de chêne occupent un marché de niche hautement qualitatif. Le développement, dans notre pays, d'une filière bois de chêne suisse de tonnellerie, assurant non seulement tous les critères d'espèces et d'origines de chêne mais également des critères qualitatifs de transformation des bois et de construction des fûts nous a paru, dans ce contexte, essentiel. Un projet de recherche, conduit par l'Ecole d'ingénieurs de Changins, a débuté en novembre 2001. Le programme scientifique a été financé par la HES-SO (Haute école spécialisée de Suisse Occidentale), la CTI (Commission pour la technologie et l'innovation) ainsi que par la Fondation de l'Ecole d'ingénieurs de Changins. De nombreux partenaires économiques, scientifiques et techniques suisses et étrangers ont soutenu ce projet: Fondation Audemars Piguet, Institut für Holzforschung (ETHZ), Institut technique du vin (Beaune, F), Institut Jules Guyot (Dijon, F), Office national des forêts (Paris, F), Service des forêts, faune et nature (VD), tonnellerie Suppiger, scierie Bornoz, Cantina Giubiasco (TI), Château d'Auvernier (NE), Chatenay SA (NE), René Desbaillet (GE), Domaine Hutin (GE), Provins (VS), Rouvinez SA (VS), Schenk SA (VD) et Uvavins SA (VD). Au terme de quatre années de recherche, une marque de garantie «Terroir Chêne», assurant les critères de traçabilité et de qualité du fût de chêne a été enregistrée auprès de l'Institut pour la Propriété Intellectuelle à Berne.



Les principaux résultats de cette recherche seront publiés dans cette revue, avec les thèmes suivants:

### Une aide à la sélection des fûts:

- Une chauffe artisanale reproductible et maîtrisée
- Les terroirs chênes suisses: partie I
- Les terroirs chênes suisses: partie II
- La filière chêne suisse de tonnellerie
- L'emprunte volatile des fûts par le «nez électronique»
- Merrains fendus et sciés
- Un outil prédictif de l'apport boisé au vin.

Judith Auer, Chef de projet de recherche  
Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon 1

@ E-mail: judith.auer@eic.vd.ch



# Le Projet «Fûts de chêne suisses» de l'Ecole d'ingénieurs de Changins

## Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie

A. RAWYLER, Judith AUER et Nicole DUMONT-BEBOUX, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon 1

@ E-mail: andre.rawyler@eic.vd.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 050.

### Résumé

La chauffe des fûts de chêne a été étudiée dans une tonnellerie artisanale suisse qui utilise des merrains de chêne suisse dont l'espèce botanique, l'origine et la durée de séchage sont connues. Les conditions permettant une bonne reproductibilité de la chauffe ont été définies. Un outil simple, livrant une description quantitative de la chauffe, a été créé. Les effets destructeurs de la chauffe sur les ellagitanins, mais aussi sur certains composés indésirables des douelles, ont été observés. La sélection soignée des merrains destinés à la fabrication des fonds permet d'éviter de chauffer ceux-ci par sécurité. Le début de la chauffe se caractérise par une accumulation des composés xylovolatils, suivie d'une modification du profil aromatique global. L'analyse en composantes principales des données expérimentales montre que les diverses origines de bois peuvent être discriminées, indépendamment de la durée de chauffe, tant pour les fûts que pour les vins. L'analyse sensorielle aboutit aux mêmes conclusions, moyennant l'emploi de critères adéquats.

- Définition des modalités de construction et de chauffe permettant de bousiner des fûts de manière reproductible.
- Développement d'un outil de contrôle permettant de décrire la chauffe des fûts de manière quantitative.

Nous présentons ici quelques résultats choisis concernant la reproductibilité et la description quantitative de la chauffe, les effets de la chauffe sur les constituants du bois ainsi que quelques exemples tirés des essais de chauffe conduits en 2004.

## Matériel et méthodes

### Merrains

Les merrains de chênes suisses, sessiles et pédonculés, d'origine connue et séchés pendant 24 ou 36 mois, ont été fournis par la tonnellerie Kennel & Suppiger (Küssnacht am Rigi, SZ).

### Chauffe en tonnellerie

Les fûts, cintrés la veille du jour de bousinage, sont rééquilibrés jusqu'au lendemain à température ambiante. Les conditions expérimentales sont les suivantes:

- Les fûts sont construits avec des merrains d'espèce, d'origine, et de durée de séchage identiques (fig. 1A)
- Les fûts sont bousinés par groupes de trois (fig. 1A).
- La chauffe est conduite en mode «coque ouverte» (fig. 1A).
- Les braseros ont des formats identiques (fig. 1A).

## Introduction

Le bousinage – ou seconde chauffe – des fûts est, par nature et par tradition, une opération qualitative qui dépend de l'œil et de la main du tonnelier. C'est en effet par l'appréciation de la couleur de la surface interne du fût et par la sensation thermique perçue à la surface externe des douelles que le tonnelier évalue, en fonction de la durée de la chauffe, le degré de transformation thermique qu'il entend donner au fût. Traditionnellement, la chauffe de bousinage se décline en trois intensités, faible, moyenne et forte, et selon deux modes, coque ouverte ou coque fermée (Chatonnet, 1991; Garcia-Berro, 2003). Ces modalités de chauffe n'offrent cependant guère d'informations utiles à l'acheteur. L'origine et l'espèce de bois de chêne utilisés sont en général mal définies. La reproductibilité de la chauffe, tant entre les fûts d'un même

tonnelier qu'entre ceux de tonneliers différents, n'est guère assurée, chaque fabricant ayant ses propres standards. Enfin, une description quantitative de la chauffe n'existe pas en activité de routine.

L'un des objectifs du projet «Grands crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène» mené par l'Ecole d'Ingénieurs de Changins entre 2001 et 2005 était de parvenir à une maîtrise raisonnée de la chauffe de bousinage dans le cadre d'une tonnellerie artisanale suisse. Pour atteindre cet objectif, les recherches ont été menées selon trois axes:

- Mise sur pied de la filière suisse «bois de chêne de tonnellerie», dotée de procédures assurant la traçabilité du bois, de l'arbre sur pied jusqu'au fût, en définissant l'espèce et l'origine du chêne, l'année de sa coupe ainsi que la durée de séchage des merrains (Auer *et al.*, 2004).

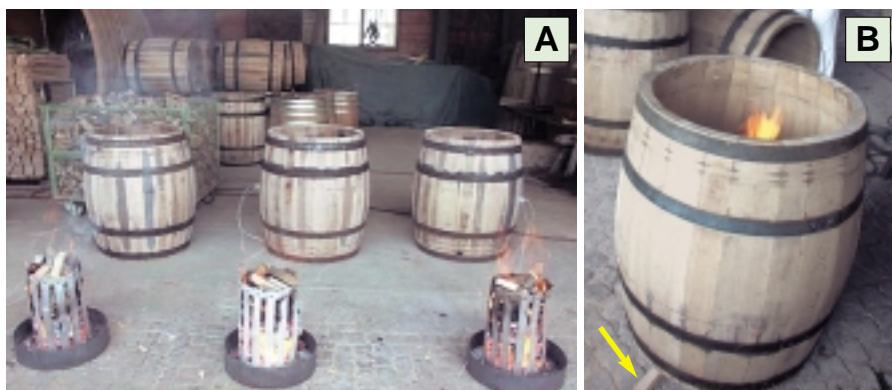


Fig. 1. (A) Chauffe parallèle de trois fûts dans des conditions reproductibles. (B) Fût en cours de bousinage reposant sur des plots (flèche jaune) assurant le tirage d'air.

- L'alimentation en air des foyers est assurée par surélévation des fûts, leur base reposant sur trois plots de bois de 3-4 cm de hauteur (fig. 1B).



Fig. 2. Alternance de phases de combustion lente (A) et rapide (B). Ces alternances sont à éviter si l'on veut maintenir un taux de chauffe contrôlable.

- Les foyers sont entretenus de manière à éviter autant que possible les alternances de combustion lente (fig. 2A) et rapide (fig. 2B).
- L'accumulation de cendres dans les foyers est évitée en secouant régulièrement les braseros.
- Selon la durée de chauffe, les fûts sont retournés de pied en cap une, deux ou trois fois, afin d'assurer un traitement thermique aussi homogène que possible.

## Analyse des xylovolatils dans le bois et le vin

Les bois séchés et bousinés, réduits en copeaux, sont extraits à l'acétone. L'extrait filtré et séché est réparti entre le diéthyléther et une solution saline. La phase étherique est concentrée puis analysée par chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse (GC-MS).

Les xylovolatils du vin sont extraits de 30 ml de vin à l'aide de dichlorométhane. La phase organique est lavée, séchée sur  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhydre, concentrée puis analysée par GC-MS.

## Résultats et discussion

### Reproductibilité de la chauffe

Les nombreux essais de chauffe réalisés entre 2002 et 2004 ont permis de définir les modalités d'une chauffe reproductible en tonnellerie artisanale. La reproductibilité thermique de ces chauffes parallèles (tabl. 1) est très

### Définitions préliminaires

Les fûts de chêne contribuent à l'élevage des vins par le double apport des **douelles** et des **fonds**. Les douelles, qui représentent 75% de la surface interne du fût, ont toutes subi la chauffe de bousinage. Les fonds, qui représentent les 25% restants, ne sont en général pas chauffés; ils sont donc constitués uniquement de bois séché. Les nombreux composés organiques que renferment ces deux types de bois peuvent être répartis en deux groupes.

Le premier est celui des **polyphénols**, qui peuvent contribuer à la structure de bouche des vins. Ce sont des molécules de grosseur variable ( $170 < M_r < 950$ ), polyhydroxylées, hydrophiles et donc préférentiellement solubles dans les milieux aqueux. Dans le bois de chêne séché, ces composés sont principalement représentés par les **ellagitanins**, dont l'apport dans le vin est essentiellement assuré par les fonds. La chauffe élimine en effet la majeure partie de ces composés de la zone bousinée des douelles.

Le second groupe est celui des **xylovolatils**, responsables du bouquet boisé des vins. Ce sont des composés de faible masse moléculaire ( $60 < M_r < 200$ ), préférentiellement solubles dans des solvants organiques. Les bois séchés renferment les **xylovolatils endogènes**, peu abondants, mais très odorants (p. ex. les méthylactolactones). La chauffe des fûts élimine une grande partie des xylovolatils endogènes des douelles, mais y engendre des quantités importantes de nouveaux composés dits **xylovolatils empyreumatiques**, car issus de la dégradation thermique des celluloses, des hémicelluloses et des lignines.

Enfin, il est important de distinguer, parmi les xylovolatils, trois catégories fonctionnelles de composés. D'abord, les **marqueurs des fonds** (p. ex. méthylactolactones), qui appartiennent tous au groupe des xylovolatils endogènes. Puis les **marqueurs de la chauffe** (composés strictement empyreumatiques, tels que furfural et dérivés, cyclotène, gaïacol, maltol, syringol, syringaldéhyde, etc). Enfin, les **marqueurs mixtes**, surtout empyreumatiques, mais également endogènes (par exemple eugénol, *iso*-eugénol, vanilline). Ce sont ces marqueurs qu'il faut questionner lorsqu'il s'agit de comprendre l'incidence du séchage, de la chauffe ou de l'origine sur le caractère boisé transmis au vin élevé en fût. Un marqueur sera d'autant plus fiable qu'il sera stable – donc non métabolisable – dans le vin.



bonne, puisque les coefficients de variation sont de l'ordre de 3%, tant pour la température maximale atteinte à la surface interne ( $T_{int}$ ) que pour le gradient transpariétal et l'énergie totale transmise au fût. En termes de composition en xylovolatils, la reproductibilité de ces chauffes est également satisfaisante, avec une variabilité globale de 3% (fig. 3). Le classement selon l'ordre décroissant des coefficients de variation montre que les xylovolatils endogènes et les empyreumatiques secondaires (dérivant eux-mêmes de composés empyreumatiques primaires) sont les plus sujets à variation (38 à 118%). Cette grande variabilité des teneurs en xylovolatils endogènes illustre bien ce qu'il est convenu d'appeler «effet arbre» (Polge et Keller, 1973; Masson *et al.*, 1996; Snackers *et al.*, 2000). Au contraire, la majorité des xylovolatils empyreumatiques primaires présentent une variabilité réduite (7 à 32%). Pour les composés empyreumatiques, deux réactions (thermohydrolyse des polymères en xylovolatils primaires, puis transformation de ceux-ci en produits secondaires) entrent en jeu successivement. Par exemple, le syringaldéhyde (fig. 4A) et la vanilline (fig. 4B) se transforment par oxydation et décarboxylation en 2,6-diméthoxyphénol et en 2-méthoxyphénol.

## Description quantitative de la chauffe

Dans une tonnellerie artisanale, la productivité est étroitement liée à l'efficacité des gestes, des actions et des procédures. Lors du bousinage des fûts, le tonnelier a déjà fort à faire pour procéder à la chauffe simultanée de plusieurs fûts. S'il doit encore caractériser ces chauffes de manière quantitative, les mesures à effectuer doivent impérativement s'adapter à ses activités principales. Les éléments à mesurer doivent donc être:

- aussi peu nombreux que possible;
- sélectionnés de manière à fournir le maximum d'informations pertinentes sur le processus de chauffe;
- évalués de manière non invasive par des instruments simples, robustes et fiables.

Fig. 4. Transformations post-hydrolytiques du syringaldéhyde (A) et de la vanilline (B) au cours de la chauffe. La première réaction est une oxydation, la seconde une décarboxylation. ▷

Tableau 1. Reproductibilité thermique de trois chauffes parallèles.

|                          | Durée totale (min) | $T_{int}$ max (°C) | Gradient (°C/mm) | Energie totale (kJ) |
|--------------------------|--------------------|--------------------|------------------|---------------------|
| Fût 1                    | 65                 | 248                | 5,9              | 12 215              |
| Fût 2                    | 65                 | 237                | 5,8              | 11 630              |
| Fût 3                    | 65                 | 250                | 6,0              | 12 334              |
| Moyenne                  | –                  | 245                | 5,9              | 12 060              |
| Ecart-type               | –                  | 7                  | 0,1              | 377                 |
| Coefficient de variation | –                  | 3%                 | 2%               | 3%                  |

Les chauffes ont été évaluées par leur durée totale, la température maximale atteinte sur la surface interne du fût ( $T_{int}$  max), le gradient thermique à travers les douelles et l'énergie totale transmise au fût.

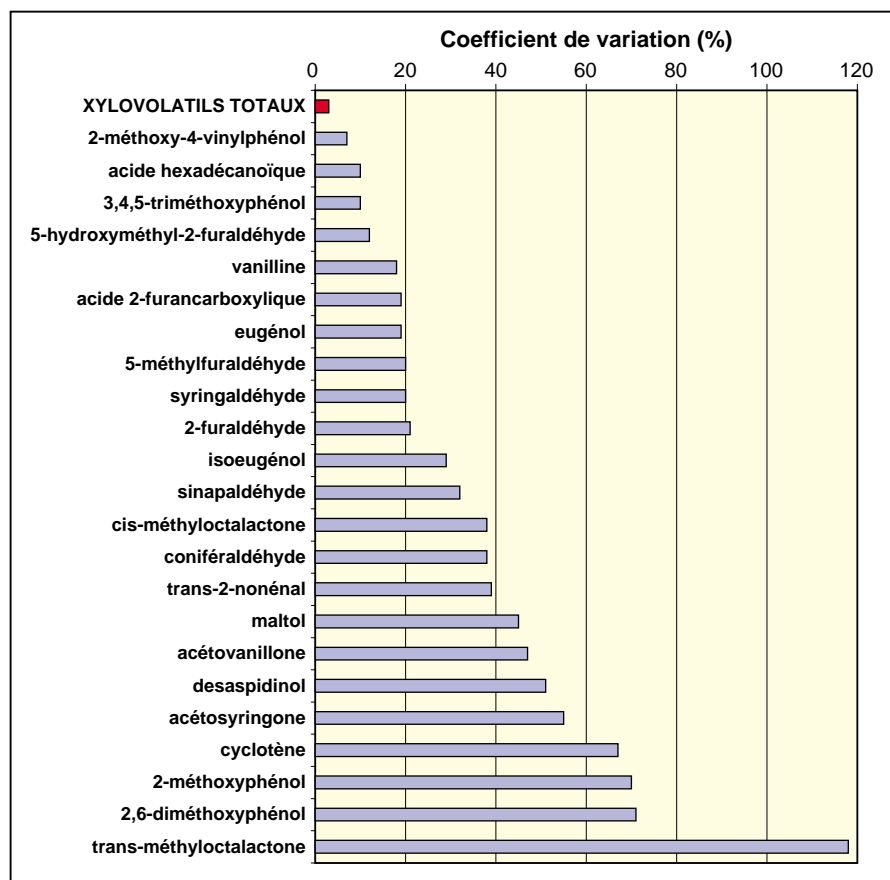
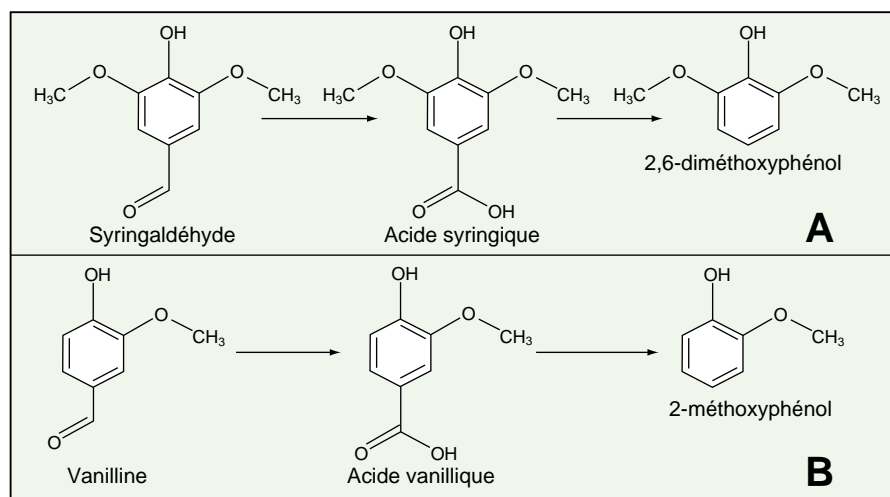


Fig. 3. Reproductibilité de la composition en xylovolatils (donnée par le coefficient de variation) de trois fûts bousinés selon les conditions données dans le tableau 1.



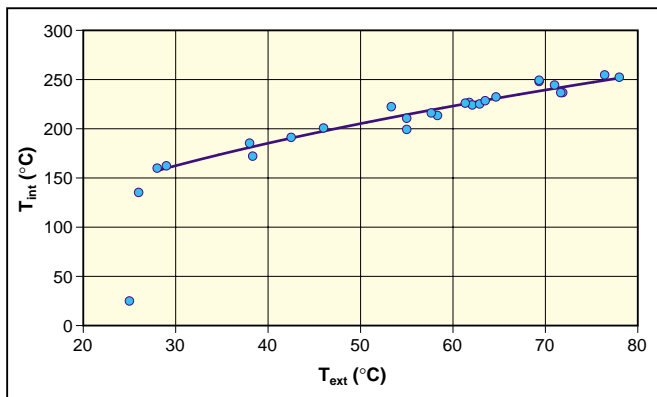


Fig. 5. Relation expérimentale établie entre les températures externe et interne des fûts soumis à la chauffe, obtenue à l'aide d'un thermomètre infrarouge.

L'outil BFC (pour Bousinage Fût de Chêne) que nous avons mis au point satisfait à ces exigences: la durée de chauffe  $t_{tot}$  est mesurée par une horloge et les températures externes initiale ( $T_{ini}$ ) et maximale ( $T_{ext\ max}$ ) par un thermomètre infrarouge. Nous avons également établi une relation expérimentale entre  $T_{ext}$  et la température interne ( $T_{int}$ ), en assemblant les données thermiques de 54 fûts construits à partir d'espèces et d'origines diverses et chauffés de manière reproductible (fig. 5). Cette relation est nécessaire, car les flammes et la fumée rendent difficile la mesure de  $T_{int}$  à la surface interne du fût. Le tonnelier n'a plus qu'à saisir les valeurs  $t_{tot}$ ,  $T_{ini}$  et  $T_{ext\ max}$  dans l'outil BFC pour obtenir une description quantitative de la chauffe (fig. 6).

## Effets de la chauffe sur les constituants du bois

### Rôle de la chauffe contre les arômes indésirables

Un effet peu connu de la chauffe, quoique très important pour l'élevage des vins, est que la zone bousinée sert

de barrière vis-à-vis de substances endogènes indésirables, éventuellement présentes dans les couches non thermiquement transformées du bois. En voici deux exemples relatifs aux xylovolatils: des merrains frais issus du même arbre, dotés d'excellentes propriétés mécaniques et structurales, exhalaient une odeur repoussante (rance, sueur caprique) lors du rabotage, due à la quantité élevée d'acides gras à courte chaîne (fig. 7A) présente dans le bois. Ces acides ont été totalement éliminés après une chauffe de 45 minutes (fig. 7B) et les copeaux rabotés sur ces douelles bousinées étaient organoleptiquement satisfaisants. Cependant, les fûts construits avec ce bois particulier auraient malgré tout eu un effet délétère sur le vin, à cause des fonds non chauffés, Il convient donc d'accorder autant d'attention à la qualité des merrains qui serviront à fabriquer les fonds qu'à ceux qui deviendront des douelles.

Le second exemple concerne la présence de *trans*-2-nonénal dans les bois séchés. Cette molécule, associée au descripteur «planche, sciure», est jugée indésirable par son seuil de perception très faible (0,2 µg/litre de vin artificiel). La quan-

tité de *trans*-2-nonénal présente après la chauffe dépend non seulement de l'intensité et de la durée de celle-ci (Chatonnet et Dubourdiou, 1997; 1998), mais également de sa teneur initiale dans le bois séché (effet arbre). La comparaison de trois groupes de fûts d'origine diverse et de teneur variable en *trans*-2-nonénal montre que plus la chauffe est longue, plus la quantité de *trans*-2-nonénal diminue dans les bois bousinés (fig. 8). Dans la plupart des cas, seules des traces de ce composé ont été détectées dans les copeaux de douelles bousinées. Ces données sont confirmées par l'absence du caractère «planche-sciure» dans les vins.

### Faut-il chauffer les fonds?

Une solution radicale à ces problèmes serait de chauffer systématiquement les fonds. Cependant, les xylovolatils endogènes issus des fonds équilibrent l'aromatization purement empyreumatique conférée par les douelles. La mise sur pied de la filière suisse «bois de chêne de tonnellerie» (Auer *et al.*, 2004) permet d'éviter de sacrifier cet équilibre aromatique et les riches possibilités d'assemblage qui en découlent.

| Description de la chauffe                   | Symbole       | Valeur | Unité |
|---|---------------|--------|-------|
| Durée de la phase de montée en température: | $t_1 =$       | 40     | min   |
| Durée de la phase stationnaire:             | $t_2 =$       | 15     | min   |
| Température interne maximale finale:        | $T_{int} =$   | 250    | °C    |
| Température au milieu de la douelle:        | $T_{moy} =$   | 164    | °C    |
| Gradient thermique en phase stationnaire:   | $gradT =$     | 6,0    | °C/mm |
| Température à 1 mm de profondeur:           | $T_{1\ mm} =$ | 245    | °C    |
| Température à 2 mm de profondeur:           | $T_{2\ mm} =$ | 239    | °C    |
| Température à 3 mm de profondeur:           | $T_{3\ mm} =$ | 233    | °C    |
| Température à 4 mm de profondeur:           | $T_{4\ mm} =$ | 227    | °C    |
| Température à 5 mm de profondeur:           | $T_{5\ mm} =$ | 221    | °C    |
| Quantité d'énergie totale transmise au fût: | $Q_{tot} =$   | 11 372 | kJ    |

Fig. 6. Description quantitative d'une chauffe fournie par le modèle BFC. Les valeurs mesurées sont  $t_{tot} = 55$  min,  $T_{ini} = 22$  °C et  $T_{ext\ max} = 77,3$  °C.

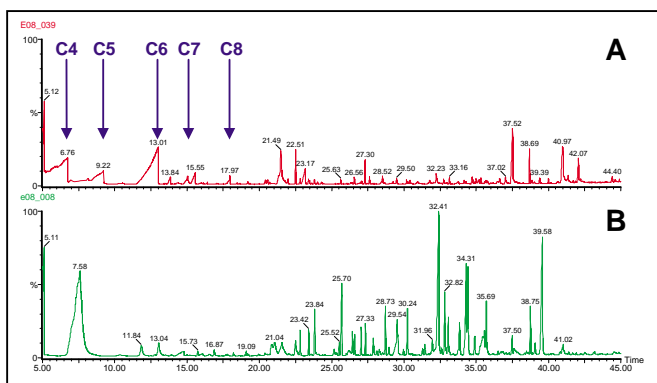


Fig. 7. Chromatogrammes des xylovolatils extraits de merrains provenant de la forêt de Galm (A) et des douelles correspondantes, bousinées pendant 45 minutes (B). Les acides butyrique (C4), valérique (C5), caproïque (C6), oenanthique (C7) et caprylique (C8) détectés avant la chauffe (A) sont éliminés après celle-ci (B).

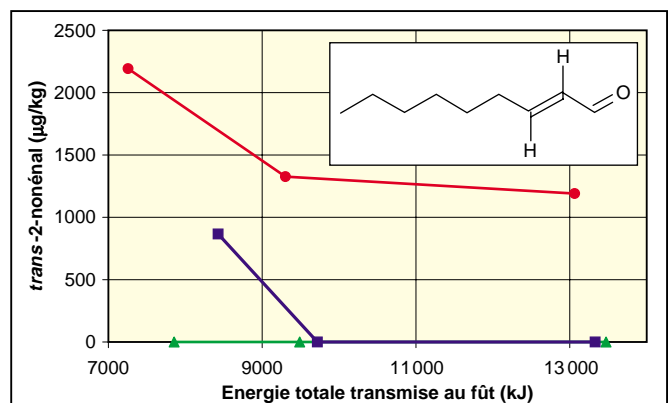


Fig. 8. Diminution et élimination du *trans*-2-nonénal dans des fûts de trois origines différentes, soumis à des chauffes d'intensité croissante. Les origines sont: (●) Montagny (VD), (■) Onnens (VD), (▲) Neuchâtel (NE).

## La chauffe détruit les ellagitanins dans les douelles

Une autre conséquence remarquable de la chauffe est son effet destructeur sur les ellagitanins, qui diminuent ou disparaissent même totalement de la zone bousinée des douelles (fig. 9). Cette dégradation, déjà signalée par Chatonnet en 1991, a été largement confirmée depuis (Cadahia *et al.*, 2001; Doussot *et al.*, 2002). C'est donc par ses fonds (non chauffés) que le fût va libérer des ellagitanins dans le vin.

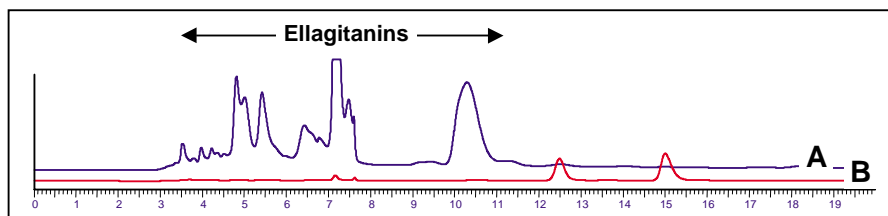
## Incidence de la chauffe sur les xylovolatils

Les essais conduits en 2003 et 2004 avaient pour but de vérifier l'impact de la chauffe sur le profil analytique et sensoriel des vins. Nous ne mentionnons ici que les résultats du millésime 2004. Les essais ont été réalisés dans trois caves privées (GE, VD et TI), sur du Pinot noir et du Merlot. Les fûts étaient construits avec des chênes sessiles issus de Montagny, Neuchâtel et Onnens. Pour assurer une qualité homogène aux fûts (26 à 30 douelles par fût), chacun a été construit avec 5-6 douelles provenant de 5-6 arbres de la même origine. Les fûts ont été soumis à des chauffés parallèles (fig. 1) de 30, 45 et 90 minutes, selon une procédure reproductible (fig. 10). La chauffe n'a provoqué ni cloques ni décollement visible de fibres.

Quatre facteurs déterminent l'accumulation (Ac) d'un xylovolatil quelconque dans la zone bousinée d'une douelle:

- le taux de production (Pr) à partir du polymère parent
- le taux de transformation (Tr) en un xylovolatil secondaire
- le taux d'évaporation (Ev) au cours de la chauffe
- le taux de dégradation (D)

selon la formule  $Ac = Pr - (Tr + Ev + D)$ . Si, au début de la chauffe, la production est le processus dominant, les trois autres mécanismes prennent de l'ampleur avec l'augmentation de la température et de la durée de chauffe, entraînant une progressive stabilisation de l'accumulation, ou même une diminution de celle-ci, comme le montrent nos analyses de la composition en xylovolatils des douelles en fonction de la durée de chauffe (tabl. 2). Certains xylovolatils, chez lesquels le processus Pr est prédominant, augmentent régulièrement avec la durée de chauffe (2-méthoxyphénol, maltol, vanilline, acétovanillone, acétosyringone, syringaldéhyde et 2,6-diméthoxyphénol). Pour la plupart des autres xylovolatils, en revanche, les mécanismes (Tr, Ev, D) concurrencent fortement la production, ce qui est déjà



△ Fig. 9. Effet de la chauffe sur le profil des ellagitanins (EGT) du bois séché (A) et du bois bousiné (B). Le fût (chêne pédonculé de Faoug) a été chauffé pendant 50 minutes.

Fig. 10. Énergies transmises aux fûts de Montagny (■), Onnens (■) et Neuchâtel (■) pour des chauffés de 30, 45 et 90 minutes.

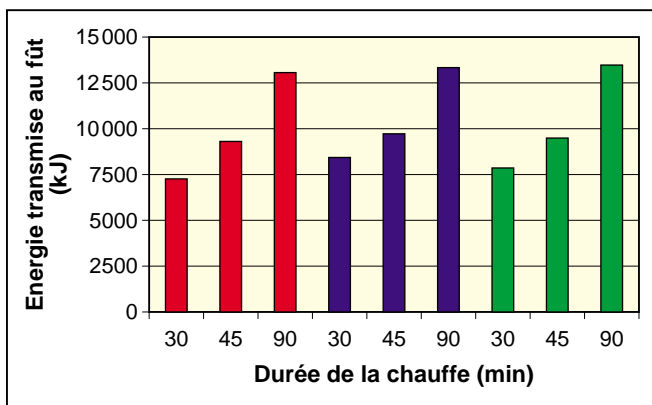


Tableau 2. Influence de la chauffe sur la teneur en xylovolatils des fûts.

| Xylovolatil (mg/kg de bois)      | Durée de chauffe (min) |               |               |
|----------------------------------|------------------------|---------------|---------------|
|                                  | 30                     | 45            | 90            |
| <i>trans</i> -2-nonéol           | 0,0                    | 0,0           | 0,0           |
| <i>cis</i> -méthylactolactone    | 0,3                    | 0,3           | 0,7           |
| <i>trans</i> -méthylactolactone  | 0,9                    | 1,2           | 2,1           |
| <b>Marqueurs endogènes</b>       | <b>1,1</b>             | <b>1,5</b>    | <b>2,8</b>    |
| eugénol                          | 2,0                    | 1,9           | 1,3           |
| isoeugénol                       | 10,7                   | 10,0          | 6,4           |
| <b>Marqueurs mixtes</b>          | <b>12,7</b>            | <b>11,9</b>   | <b>7,7</b>    |
| 2-furaldéhyde                    | 71,6                   | 80,2          | 71,1          |
| 5-Me-2-furaldéhyde               | 14,7                   | 11,6          | 11,3          |
| cyclotène                        | 0,5                    | 0,8           | 0,4           |
| acide 2-furancarboxylique        | 1,4                    | 2,2           | 2,1           |
| 2-méthoxyphénol                  | 1,3                    | 1,7           | 2,1           |
| maltol                           | 1,6                    | 2,0           | 2,4           |
| 5-hydroxyméthyl-2-furaldéhyde    | 31,0                   | 29,1          | 21,3          |
| vanilline                        | 58,4                   | 79,0          | 120,7         |
| acétovanillone                   | 7,1                    | 10,0          | 16,2          |
| acétosyringone                   | 18,8                   | 28,7          | 46,5          |
| 3,4,5-triméthoxyphénol           | 1,3                    | 1,2           | 1,0           |
| syringaldéhyde                   | 193,2                  | 292,6         | 455,9         |
| 2,6-diméthoxyphénol              | 17,9                   | 23,6          | 32,5          |
| coniféraldéhyde                  | 206,5                  | 157,6         | 159,0         |
| 2-méthoxy-4-vinylphénol          | 6,7                    | 5,5           | 5,8           |
| desaspidinol                     | 7,1                    | 11,4          | 11,0          |
| acide hexadécanoïque             | 7,4                    | 2,0           | 1,9           |
| sinapaldéhyde                    | 437,8                  | 388,4         | 423,8         |
| <b>Marqueurs empyreumatiques</b> | <b>1084,3</b>          | <b>1127,7</b> | <b>1385,0</b> |
| <b>Xylovolatils totaux</b>       | <b>1098,1</b>          | <b>1141,2</b> | <b>1395,4</b> |

Les fûts analysés ici sont construits avec des bois de Neuchâtel. Dans tous les bois étudiés, la fraction empyreumatique représente 90-99% des xylovolatils totaux.



visible après 45 minutes de chauffe, et davantage encore après 90 minutes. La règle que l'on peut en déduire est que la phase pour laquelle  $Ac = Pr$  est relativement brève (de 0 à 30 minutes) et correspond approximativement à l'établissement de  $T_{int}$  maximale. Au delà de cette période, le fût entre en équilibre thermique et la composition en xylovolatils va évoluer davantage de manière qualitative que quantitative. Cette seconde phase joue aussi un rôle impor-

tant dans l'élimination de composés volatils indésirables (fig. 8).

### Discrimination des chauffes et des origines

Soumises à des analyses en composantes principales (ACP), les données multivariées fournies par les essais de chauffe ont montré que les différentes chauffes et origines peuvent être discriminées (fig. 11). Bien que la chauffe

engendre les mêmes composés dans des bois d'origine différente, elle est différenciable en termes de durée et d'amplitude (fig. 11A). A l'inverse, la chauffe, quelle que soit son amplitude, n'abolit pas les différences d'origine des bois (fig. 11B). Les mêmes tendances sont perceptibles dans les vins (fig. 12). L'ACP permet ainsi de distinguer les trois durées de chauffe (fig. 12A), indépendamment des origines. De même, elle distingue les ori-

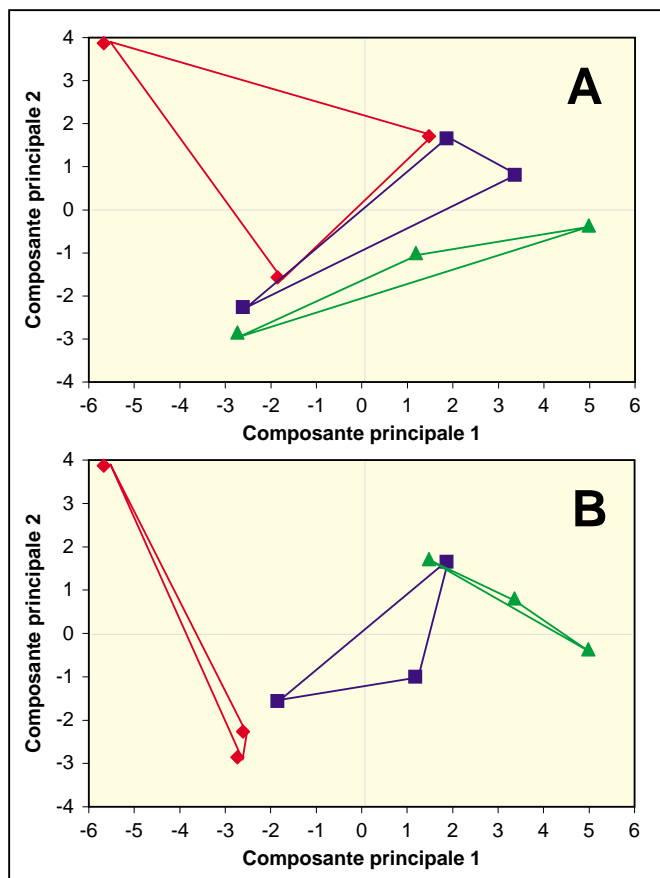


Fig. 11. Discrimination des bois bousinés de l'essai de chauffe 2004, basée sur leurs teneurs en xylovolatils mesurées par GC-MS. A, fûts groupés selon la durée de chauffe. B, fûts groupés selon leur origine.

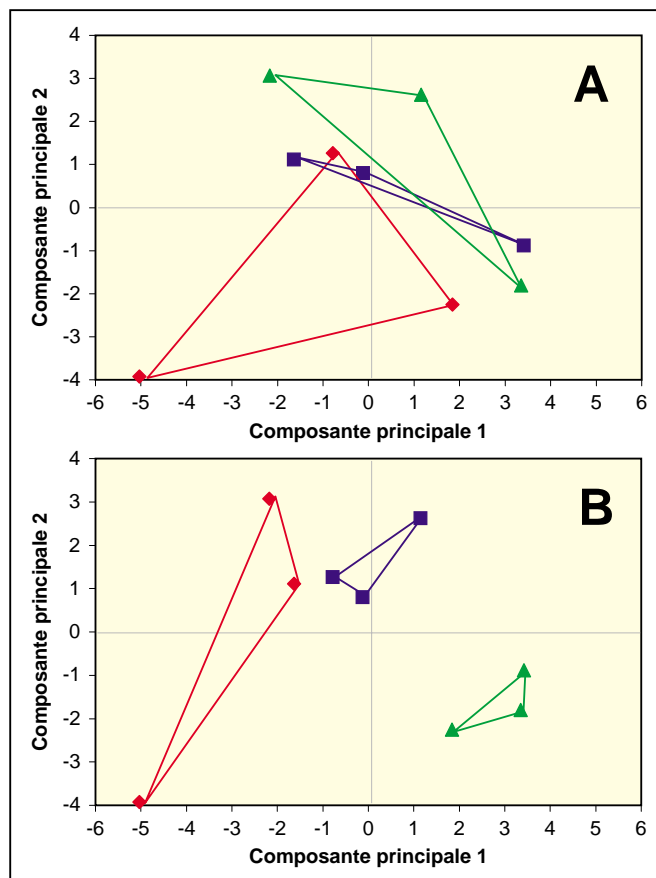


Fig. 12. Discrimination des vins de l'essai de chauffe 2004, basée sur leurs teneurs en xylovolatils mesurées par GC-MS. A, vins groupés selon la durée de chauffe des fûts. B, vins groupés selon l'origine des fûts.

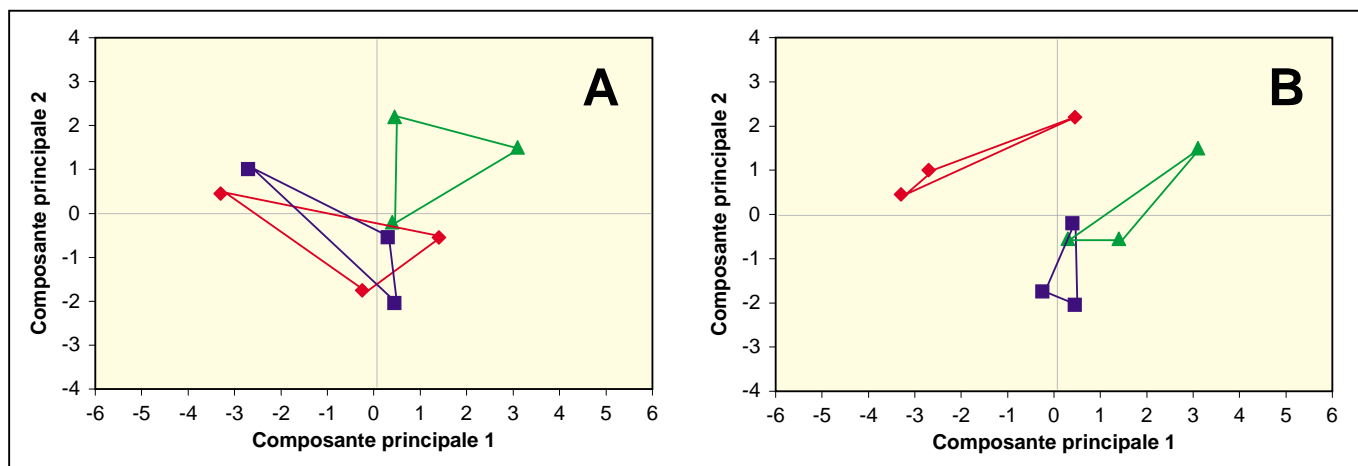


Fig. 13. Discrimination des vins de l'essai de chauffe 2004, basée des critères généraux de qualité et d'intensité évalués par analyse sensorielle. A, vins groupés selon la durée de chauffe des fûts. B, vins groupés selon l'origine des fûts.

gines, indépendamment de la durée de chauffe (fig. 12B). La discrimination est plus tangible entre les origines qu'entre les chauffeuses, dans les vins (fig. 12) comme dans les fûts (fig. 11). Ce comportement similaire entre fûts et vins implique que les xylovolatils qui passent dans le vin le font en respectant et en conservant les discriminations inscrites dans les bois par leur origine et par la chauffe. Enfin, l'analyse sensorielle (fig. 13) a également mieux différencié les vins selon l'origine des fûts (fig. 13B) que selon leur durée de chauffe (fig. 13A). Mais ce dernier résultat n'apparaît que si des critères de qualification généraux, ayant trait à la qualité et à l'intensité (par exemple nez intensité bois, équilibre bois/vin, etc.) sont employés. En revanche, les descripteurs aromatiques (fumé, cacao, amande amère, etc.) ne permettent pas de distinguer clairement les vins.

### Remerciements

Les auteurs remercient tous les partenaires ayant apporté leur soutien à ce projet: Commission technologie et innovation (CTI), Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO), Fondation de l'Ecole d'ingénieurs de Changins (EIC), Fondation Audemars-Piguet (VD), Service des forêts, faune et nature (VD), tonnellerie Suppiger (SZ), Cantina Giubiasco (TI), Château d'Auvergnier (NE), Chatenay SA (NE), Cybox S.à r.l., Domaine des Abeilles d'Or R. Desbaillet (GE), Domaine Hutin (GE), Ecole d'ingénieurs du Valais, Institut für Holzforschung (ETHZ), Institut Jules-Guyot (Dijon, F), Institut technique du vin (Beaune, F), Office national des forêts (F), Provins SA (VS),

## Conclusions

- ❑ La chauffe artisanale peut être conduite de manière reproductible sur le plan thermique et analytique.
- ❑ La chauffe artisanale peut être maintenant décrite de manière quantitative.
- ❑ La chauffe artisanale est capable d'éliminer certains composés indésirables de la zone bousinée des douelles.
- ❑ Elle détruit les ellagitanins des douelles (parois), laissant aux fonds le rôle d'approvisionner le vin en ces composés, ce qui exige de choisir soigneusement les merrains destinés à la fabrication des fonds.
- ❑ Il n'y a aucune raison de chauffer les fonds si toutes les étapes de la filière du bois sont bien maîtrisées.
- ❑ La chauffe se déroule en deux phases. La première (montée en température), de nature quantitative, augmente la teneur en xylovolatils des douelles. La seconde (équilibre thermique), de nature qualitative, stabilise l'accumulation des xylovolatils, tandis que le profil aromatique global se modifie sous l'effet des processus de transformation, d'évaporation et de dégradation.
- ❑ Les différentes origines des bois ne sont pas masquées par la chauffe et restent discriminables.
- ❑ Cette distinction est aussi observée entre les vins, par l'analyse chimique comme par l'analyse sensorielle. Cependant, elle dépend des critères utilisés par l'analyse sensorielle.

Rouvinez SA (VS), Schenk SA (VD) et Uvavins SA (VD). Ils remercient également M. Jean-Philippe Mayor, ancien directeur de l'Ecole d'ingénieurs de Changins, pour son soutien et ses encouragements.

### Bibliographie

- Auer J., Rawyler A. & Horisberger D., 2004. La traçabilité de la filière suisse de bois de chêne de tonnellerie: une démarche unique et fortifiée innovatrice. *Bulletin O.I.V.* **77** n° 885-886, 845-856.
- Cadahia E., Varea S., Munoz L., de Simon B. F. & Garcia-Vallejo M. C., 2001. Evolution of ellagitannins in Spanish, French and Ameri-

can oak woods during natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food Chem.* **49**, 3677-3684.

Chatonnet P., 1991. Incidences du bois de chêne sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins. Applications technologiques. Diplôme d'études et de recherches de l'Université de Bordeaux II, 224 p.

Chatonnet P. & Dubourdieu D., 1997. Odeur de «planche» dans le bois de chêne: les responsables identifiés. *Rev. Oenol.* **82**, 17-19.

Chatonnet P. & Dubourdieu D., 1998. Identification of substances responsible for the «sawdust» aroma in oak wood. *J. Sci. Food Agric.* **76**, 179-188.

Doussot F., De Jeso B., Quideau S. & Pardon P., 2002. Extractives content in cooperage oak wood during natural seasoning and toasting; influence of tree species, geographic location, and single-tree effects. *J. Agric. Food Chem.* **50** (21), 5955-5961.

### Riassunto

#### Tostatura artigianale dei fusti di rovere in tonnelleria

La tostatura dei fusti di rovere è stata studiata in una tonnelleria artigianale svizzera che utilizza doghe di rovere svizzero di specie, origine e durata di essiccazione perfettamente controllate. Le condizioni per una buona riproducibilità della tostatura sono state definite. Uno strumento semplice, che fornisce una descrizione quantitativa della tostatura, è stato creato. Gli effetti distruttivi della tostatura sui tannini ellagici, ma anche su certi composti indesiderabili del legno, sono stati riconosciuti. Le analisi mostrano inoltre che una selezione attenta delle doghe destinate alla fabbricazione dei cooperchi evita la tostatura di questi ultimi. La tostatura inizia con l'accumulazione di composti volatili e semivolatili, seguita da una modificazione del profilo aromatico globale. L'elaborazione dei dati sperimentali ottenuti per analisi in componenti principali mostra che le diverse origini del legno possono essere discriminate, indipendentemente dalla durata della tostatura, sia per i fusti sia per il vino. Con l'uso di criteri adeguati, l'analisi sensoriale giunge alle medesime conclusioni.

### Zusammenfassung

#### Handwerkliche Erhitzung der Eichenfässer in Käferei

Die Erhitzung oder «Chauffe» der Eichenfässer wurde im Rahmen einer traditionellen Schweizerkäferei geprüft, die einheimisches Daubenholz benutzt dessen Eichensorte und Wachstumort genau bestimmt waren. Ein einfaches Kontrollmodell wurde aufgebaut, das die gesamten Erhitzungsparameter einbezieht und hiermit die Wiederholung dieses Prozesses erlaubt. Der Einfluss der Erhitzung auf die Zerstörung der Ellagengerbstoffen sowie auf die unerwünschten Aromastoffen des Daubenholzes wurde erkannt. Dies bestätigt dass eine sorgfältige Auswahl des Bodenholzes erlaubt, eine Sicherheitchauffe der Böden zu vermeiden. Die Chauffe beginnt mit der Anreicherung der Holzaromastoffen die sich dann mit der Zeit gesamt verändern. Die Auswertung der experimentellen Daten mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse zeigt, dass die verschiedenen Holzherkunftsorte diskriminiert können wurden. Dies geschah oft auch ohne Einbezug der Chauffe-Dauer, ob dies den Holz oder die Weinanalysen betrifft. Wenn die geeigneten Kriterien benutzt werden, kommt die Analyse der Weindegustationen auf dieselben Resultate.

Garcia-Berro M. J., Mourey N., Torres M. M. & Bobet R., 2003. Comparaison entre deux techniques de chauffe de barriques de chène français sur du Chardonnay. *Rev. française Enologie* **202**, 15-19.

Masson G., Puech J.-L., Moutounet M., 1996. Composition chimique du bois de chène de tonnellerie. *Bull. O.I.V.* **69**, n° 785-786, 634-657.

Polge H. & Keller R., 1973. Qualité du bois et largeur d'accroissements en forêt du Tronçais. *Ann. Sci. For.* **30**, 91-125.

Snakkers G., Nepveu G., Guilley E. & Cantagrel R., 2000. Variabilité géographique, sylvicole et individuelle de la teneur en extractibles de chênes sessiles français (*Quercus petraea* Liebl.): polyphénols, octalactones et phénols volatils. *Ann. For. Sci.* **57**, 251-260.

## Summary

### Artisanal toasting of oak barrels in cooperage

Toasting of oak barrels has been studied in a Swiss artisanal cooperage using Swiss oak staves of well-defined botanical species, geographical origin and seasoning duration. Practical rules allowing a good reproducibility of the toasting process are given. A simple tool was built up to provide a quantitative description of the toasting process. The destructive effect of toasting on ellagitannins, but also on a few undesirable chemicals in staves, was assessed, the latter showing that a careful selection of head staves may avoid toasting them for security grounds only. Toasting starts by an accumulation of xylovolatile compounds, followed by a modification of their global aromatic pattern. Treatment of experimental data by principal component analysis showed that the various oak origins could be discriminated in both barrels and their corresponding wines, at any toasting duration. Similar conclusions are drawn from sensory analysis, provided that adequate tasting criteria are used.

**Key words:** artisanal cooperage, Swiss oak, barrel toasting, origin discrimination.

## VITICULTEURS, pensez-y dès maintenant!

### SIÈGE MOBILE PIVOTANT 360°



#### Ménagez votre dos!

- Hauteur réglable 360-490 mm
- Placet en plastique avec trous
- Hauteur du dossier 400 mm
- Tube pour fixation d'accessoires
- 3 roues ballons: Ø 260 mm
- Option: 4 roues, frein sur roue avant

### BARRES DE PALISSAGE



#### Rationalisez vos effeuilles

- Palissez vos bois avec le système RM
- S'adapte sur tous les types de véhicules utilisés en viticulture
- Montage simple pouvant s'effectuer sur les porte-outils existants de vos machines

**afiro**

Fabrication et vente  
AFIRO - 1170 AUBONNE  
Tél. 021 821 11 00

Une longueur d'avance face à la pourriture grise

**Sumico**<sup>®</sup>

à la fermeture de la grappe

**SCALA**<sup>®</sup>

à la véraison



**Omya (Schweiz) AG**  
**AGRO** CH-5745 Safenwil, Tel. 062 789 23 41  
www.omya.ch



Classe de toxicité 4: Sumico  
Classe de toxicité 5S: Scala  
Observer la mise en garde figurant sur l'emballage

Sumico: marque enregistrée de Sumitomo Chemical Co.  
Scala: marque enregistrée de Bayer Gruppe



Depuis 20 ans, DUPENLOUP SA ne cesse d'améliorer ses produits et ses services

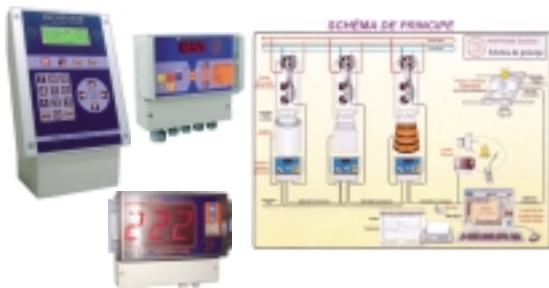
**LES POMPES SMILINOX**



**LA FLOTTATION**



**GESTION DE TEMPÉRATURE**



**LES POMPES SCHNEIDER**



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

MAISON FONDÉE EN 1888  
**FAITES CONFIANCE  
AU SPÉCIALISTE**

**DUPENLOUP SA**  
FABRIQUE DE POMPES  
MATÉRIEL POUR L'INDUSTRIE

**VELD**



Vente  
Entretien

**Gama Y Cave**  
3960 Sierre

Tél. Fax 027/ 456 56 01 - gamacave.ch

# Protection intégrale et durable

## VINCARE

Le fongicide viticole  
transsystémique – encore plus efficace



- Protège mieux les plantes de l'extérieur vers l'intérieur
- Effet préventif et stoppant, bloque la germination des spores
- Excellent degré d'efficacité et longue durée d'action, très bonne résistance au lessivage
- Très bonne efficacité sur les repousses

## TALENDO

Le nouveau fongicide contre l'oïdium de la vigne



Stähler Suisse SA, 4800 Zofingen  
Tél. 062 746 80 00, Fax 062 746 80 08  
www.staehler.ch



6 - 10 pcs. **820.-**  
1 pc. 870.-

## Economique, pratique, écologique BAC À VENDANGES

**P**our les vendanges à venir:  
optez pour notre modèle en polyéthylène,  
jusqu'à **25% moins cher** qu'un bac en inox!

### Vos avantages:

- Grande résistance aux chocs
- Hygiène excellente
- Graduation par 50 l.
- Nettoyage au jet suffisant
- Désempilage aisé, blocage impossible
- Lot d'accessoires modulables

Matière: Polyéthylène blanc  
Armature en inox  
Volume: 680 litres  
Poids: 38 kg  
Fabrication suisse



www.serex-plastic.ch



## Multi-usages résistant, compact BAC MÉLANGEUR

**P**our toutes vos tâches de la cave: sucrage, collage, transvasage, etc. Matériau de pointe jusqu'à **50% moins cher** qu'un bac en inox!

### Vos avantages:

- Vidange centrale totale
- Hygiène excellente
- Recyclable
- Nettoyage au jet suffisant
- Brasseur amovible, arbre en inox
- Grande résistance aux chocs

Matière: Polyéthylène blanc  
+ 4 roulettes PP

Volume: 500 litres  
Fabrication suisse  
1 an de garantie

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

1070 PUIDOUX • Fax 021 946 33 86



# Distance interligne et hauteur de la haie foliaire en viticulture

## 2. Incidence sur le statut hydrique de la vigne

V. ZUFFEREY et F. MURISIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre viticole du Caudoz, 1009 Pully

@ E-mail: [vivian.zufferey@acw.admin.ch](mailto:vivian.zufferey@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 21 72 11 560.

### Introduction

La distance interligne et la hauteur de la haie foliaire déterminent largement l'exposition de la surface foliaire externe à la radiation solaire et, par voie de conséquence, influent sur l'état hydrique et thermique du feuillage, ainsi que sur les échanges gazeux de la végétation avec l'atmosphère (photosynthèse et transpiration).

Dans un article précédent (Zufferey et Murisier, 2003), nous avons montré l'importance de l'ombrage mutuel des rangs voisins et du potentiel d'interception lumineuse en fonction de l'interligne et de la hauteur des plans de palissage. L'impact de l'ombre projetée des rangs adjacents sur l'activité photosynthétique du feuillage avait également été présenté. Dans cet article, nous souhaitons évaluer l'influence des paramètres du mode de conduite tels que la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire sur l'état hydrique de la vigne (cv. Chasselas). Les aspects agronomiques de cet essai seront traités dans un prochain article.

### Matériel et méthodes

#### Dispositif expérimental

La parcelle expérimentale mise en place en 1994 est située au domaine viticole de Leytron (VS) sur un coteau exposé au sud/sud-ouest dont la pente s'élève à environ 8% (fig. 1). Le sol, composé essentiellement de graviers et de sable, contient des éléments marneux et schisteux; il est léger, profond et très caillouteux (fig. 2) et se compose de 5% d'argile, 15% de limon et 80% de sable.

#### Résumé

L'influence des paramètres de conduite tels que la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire sur le statut hydrique de la vigne (cv. Chasselas) a été étudiée de 1996 à 1998 au domaine expérimental d'Agroscope Changins-Wädenswil à Leytron en Valais.

En période de forte sécheresse des sols, les systèmes de conduite à surface foliaire exposée élevée (faible distance interligne et hauteur du feuillage importante) ont subi une contrainte hydrique plus marquée que les systèmes à faible surface foliaire exposée. Les échanges gazeux (photosynthèse et transpiration foliaires) ont également diminué avec des volumes importants de végétation.



Fig. 1. Vue générale du domaine de Leytron (VS).





Fig. 2. Sol léger et graveleux de Leytron (VS).

La parcelle est caractérisée par un taux de matière organique de 1,2% et une teneur en calcaire total de 25%.

Les rangs de vigne sont orientés N-S, décalés de 15° dans la direction nord-est/sud-ouest. L'essai est implanté avec le cépage Chasselas greffé sur 5C et conduit en Guyot simple avec une hauteur de tronc de 70 cm. Dans notre étude, seules deux distances interligne (120 et 180 cm) ont été examinées (fig. 3). La distance de plantation sur le rang est de 75 cm. La charge en bourgeons s'élève à six par souche. La récolte a été réglée à 1,4 kg/m<sup>2</sup>. Le sol a été maintenu libre de végétation.

## Mesure des surfaces foliaires

La mesure de la surface foliaire a été réalisée selon la méthode proposée par Carbonneau (1976) en mesurant la surface foliaire totale de la végétation. La surface foliaire d'une feuille s'obtient selon la formule: aire =  $\varphi (L_1 + L_2)^2$ . Le facteur  $\varphi$  a été calculé à l'aide des coefficients variétaux tels que l'allongement, l'écartement des nervures et la découpe du limbe. Chez le Chasselas,  $\varphi$  s'élève à 0,488 (Ziegler, 1990). L'aire de toutes les feuilles d'un rameau principal ainsi que celle de ses feuilles secondaires ont été estimées. Différents rameaux représentatifs de la vigueur moyenne des souches ont ainsi été mesurés.

La notion de surface externe du couvert végétal (SECV) (Murisier, 1996) correspond au pourtour de l'enveloppe foliaire. Elle est représentée par la formule suivante:  $SECV = [(2 \times H) + e] / E$  où H = la hauteur de la haie foliaire, e = l'épaisseur de la végétation



Fig. 3. Variante avec écartement des rangs à 180 cm et une hauteur de feuillage de 120 cm. Leytron (VS).

Tableau 1. Surfaces foliaires totales (SFT) exprimées par cep et par m<sup>2</sup> de sol en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.

| Interligne | Hauteur     | SFT/cep (m <sup>2</sup> ) | SFT/m <sup>2</sup> de sol (m <sup>2</sup> ) |
|------------|-------------|---------------------------|---|
| 120 cm     | 80 cm       | 1,31                      | 1,46  |
|            | 120 cm      | 2,20                      | 2,44  |
| 180 cm     | 80 cm       | 1,53                      | 1,13  |
|            | 120 cm      | 2,10                      | 1,56  |
|            | ppds = 0,05 | 0,30                      | 0,28  |

Tableau 2. Surface externe du couvert végétal (SECV) et surface foliaire exposée (SFE) en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.

| Interligne | Hauteur     | SECV (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de sol) | SFE (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> de sol) |
|------------|-------------|--|---|
| 120 cm     | 80 cm       | 1,58   | 1,25  |
|            | 120 cm      | 2,25   | 1,80  |
| 180 cm     | 80 cm       | 1,05   | 0,90  |
|            | 120 cm      | 1,50   | 1,25  |
|            | ppds = 0,05 | –  | 0,20  |

et E = la distance interligne. La surface foliaire exposée (SFE) proposée par Carbonneau (1989) comprend le pourtour moyen de l'enveloppe de la végétation en tenant compte des discontinuités importantes de la végétation et de la porosité du feuillage.

## Mesure de l'état hydrique et des échanges gazeux

L'état hydrique de la vigne a été déterminé par la mesure du potentiel hydrique des feuilles ( $\psi$ ) au moyen de la chambre à pression (PMS instruments CO, modèle 1002). Elle a été effectuée en fin de nuit pour déterminer le potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) à un éclaircissement incident inférieur à 30  $\mu\text{mol photons/m}^2 \text{ s}$ . En cours de journée (au milieu de l'après-midi), le potentiel hydrique foliaire ( $\psi_{F \text{ MIN}}$ ) a été réalisé sur les feuilles pleinement exposées au soleil ayant servi au contrôle des échanges gazeux, immédiatement après leur mesure. Ces échanges ont été étudiés avec un appareil de type LI 6250 (ADC-LCA3) en système ouvert, analyseur à infrarouge équipé d'une chambre à assimilation du type Parkinson.

Une grande partie des résultats présentés dans cet article provient d'un travail de diplôme effectué à l'EPF de Zurich (Caloz, 1997).

## Résultats

### Surfaces foliaires totales et exposées

La surface foliaire totale exprimée par cep n'a presque pas varié en fonction de la distance interligne (tabl. 1). Par contre, si la surface foliaire totale est rapportée à la surface de sol (SFT/m<sup>2</sup> de sol), l'accroissement de la distance entre les rangs a entraîné sa diminution. L'augmentation de la hauteur du feuillage de 80 à 120 cm a provoqué une majoration de 68% de la surface foliaire des souches avec un écartement de rangs de 120 cm, et de 37% seulement avec une distance interligne de 180 cm.

La surface externe du couvert végétal (SECV) a été importante lorsque la distance interligne était faible (120 cm) et la hauteur de haie foliaire élevée (120 cm); la SECV correspondait, dans ce cas, théoriquement à 2,25 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de sol (tabl. 2). En réalité, en tenant

compte des trous dans la végétation, la SFE n'atteignait que 1,8 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de sol pour les mêmes paramètres expérimentaux. De manière générale, la SFE était de 15-25% inférieure à la SECV qui ne tient pas compte des discontinuités dans la végétation. L'augmentation de la hauteur du feuillage et le rapprochement des rangs ont entraîné ainsi une majoration de la SFE.

## Statut hydrique de la vigne et échanges gazeux

Les valeurs du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) en cours de saison sont présentées dans le tableau 3. Lorsque la contrainte hydrique est devenue importante (27 août), les valeurs les plus négatives ont été enregistrées dans les rangs à haute densité de plantation ( $E = 120$  cm) et grande hauteur de palissage ( $H = 120$  cm). Pour une même hauteur de feuillage, les valeurs  $\psi_B$  ont été les plus basses dans la haute densité de plantation (interligne 120 cm), traduisant ainsi un stress hydrique plus important. On observe une relation entre la SFE des différents systèmes de conduite et les valeurs minimales de  $\psi_B$ : l'augmentation de la SFE s'est accompagnée d'un accroissement de la contrainte hydrique (valeurs plus négatives du  $\psi_B$ ).

Pendant la période de faible contrainte hydrique ( $\psi_B > -3$  bars), les valeurs minimales du potentiel hydrique ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) mesurées au cours de la journée du 13 août étaient de -11 à -12 bars pour toutes les distances interlignes et hauteurs du feuillage (tabl. 4). Dans ces conditions, l'assimilation maximale ( $A_{\text{max}}$ )

**Tableau 5. Mesures du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ), du potentiel foliaire minimal ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ), de la photosynthèse ( $A_{\text{max}}$ ) et de la transpiration ( $E_{\text{max}}$ ) maximales, ainsi que de l'efficacité instantanée de l'eau (WUE) en fonction de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 27 août 1997.**

|                                      | Interligne 120 cm |            | ppds = 0,05 |
|--------------------------------------|-------------------|------------|-------------|
|                                      | H = 80 cm         | H = 120 cm |             |
| $\psi_B$ (bars)                      | -6,0              | -6,8       | *           |
| $\psi_{F\text{ MIN}}$ (bars)         | -12,2             | -13,1      | n.s.        |
| $A_{\text{max}}$ ( $\mu\text{mol}$ ) | 9,7               | 8,4        | *           |
| $E_{\text{max}}$ (mmol)              | 3,2               | 2,8        | *           |
| WUE (A/E)                            | 2,6               | 2,3        | *           |

était encore élevée et atteignait 12,0 à 14,3  $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2 \text{ s}$ . Lorsque la contrainte hydrique est devenue modérée à forte (27 août), les valeurs minimales du ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) de l'ordre de -12 à -13 bars enregistrées en cours de journée se sont avérées pénalisantes pour la photosynthèse (tabl. 5). L'assimilation maximale a été réduite de 30 à 40%, surtout avec le grand volume de végétation ( $H = 120$  cm). La conductance stomatique, la transpiration maximale ( $E_{\text{max}}$ ) et l'efficacité instantanée de l'eau (WUE) ont également décliné. Cette réduction était là aussi particulièrement marquée avec les variantes à haute haie foliaire.

De manière générale, les systèmes de conduite à SFE élevée génèrent une photosynthèse et une transpiration importantes. Il en résulte une consommation plus rapide des réserves hydriques du sol et un ralentissement précoce de la croissance végétative. Il s'agit, dans ce cas, d'une contrainte hydrique «modérée» induite par l'exposition de la

végétation (Carbonneau, 1986). Divers auteurs (Archer et Strauss, 1989; Hunter, 1998) indiquent, par ailleurs, que les hautes densités de plantation, et notamment les interlignes étroits, présentent des valeurs de  $\psi_B$  et de  $\psi_{F\text{ MIN}}$  plus négatives que les faibles densités. Ces tendances sont confirmées par des teneurs plus élevées en acide abscissique dans la sève xylémique des feuilles de rangs étroits (Hunter, 1998). La conductance stomatique y est plus faible et la capacité photosynthétique légèrement réduite. Nos observations confirment en tous points ces résultats. De plus, lorsque la contrainte hydrique est élevée, les systèmes de conduite dont la végétation est volumineuse et exposée à l'éclairement direct peuvent s'avérer partiellement pénalisants pour la photosynthèse (Zufferey, 2000). En effet, des systèmes à SFE très élevée présentent, durant une partie de la journée, des feuilles plus chaudes que l'air. Ce phénomène se traduit quelquefois par une difficulté à éliminer les calories supplémentaires apportées par le rayonnement solaire à travers la transpiration. Par ailleurs, les mesures de l'état hydrique des feuilles de ces systèmes en situation de sécheresse lors de journées chaudes indiquent qu'elles sont plus sèches (potentiel hydrique plus négatif) et qu'elles transpirent moins que les feuilles de systèmes à SFE limitée (Katerji *et al.*, 1986). La photosynthèse plus faible enregistrée dans ces situations serait à rapprocher des phénomènes de «stress thermique et hydrique» momentanés.

Toutefois, une contrainte hydrique modérée résultant d'une bonne exposition du feuillage et/ou de caractéristiques pédologiques ne nuit pas forcément à la photosynthèse (Schneider, 1985; Zufferey, 2000). En cours de maturation, elle permet de surcroît, par son action modératrice sur la croissance, d'orienter préférentiellement les assimilats vers les baies, le vieux bois et les racines.

**Tableau 3. Evolution du potentiel hydrique de base ( $\psi_B$ ) en relation avec la distance interligne et la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS), 1997.**

| Interligne | Hauteur     | $\psi_B$ (bars) |        |        |        |
|------------|-------------|-----------------|--------|--------|--------|
|            |             | 17.07.          | 08.08. | 27.08. | 18.09. |
| 120 cm     | 80 cm       | -1,2            | -1,1   | -6,0   | -1,7   |
|            | 120 cm      | -1,7            | -1,1   | -6,8   | -2,0   |
| 180 cm     | 80 cm       | -1,4            | -1,2   | -5,2   | -1,6   |
|            | 120 cm      | -1,3            | -1,2   | -6,6   | -1,7   |
|            | ppds = 0,05 | 0,4             | n.s.   | 0,7    | n.s.   |

n.s. = non significatif.

**Tableau 4. Mesures du potentiel hydrique foliaire minimal ( $\psi_{F\text{ MIN}}$ ) observé en milieu de journée et de la photosynthèse maximale ( $A_{\text{max}}$ ) enregistrée au cours de la journée du 13 août 1997, en fonction de la distance interligne et de la hauteur de la haie foliaire. Chasselas, Leytron (VS).**

|                                      | Interligne 120 cm |            | Interligne 180 cm |            | ppds = 0,05 |
|--------------------------------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------|
|                                      | H = 80 cm         | H = 120 cm | H = 80 cm         | H = 120 cm |             |
| $\psi_{F\text{ MIN}}$ (bars)         | -11,2             | -11,3      | -11,3             | -12,1      | n.s.        |
| $A_{\text{max}}$ ( $\mu\text{mol}$ ) | 12,0              | 13,5       | 14,3              | 13,3       | 1,5         |



## Conclusions

- ❑ La surface foliaire totale exprimée par m<sup>2</sup> de sol a diminué avec l'accroissement de la distance inter-ligne en raison de la plus faible densité de plantation.
- ❑ Par contre, la surface foliaire totale des souches n'a que très peu varié en fonction de l'écartement des rangs.
- ❑ L'augmentation de la hauteur de la haie foliaire et le rapprochement des rangs ont entraîné une majoration de la surface de végétation qui peut être exposée à l'éclairement direct (SFE).
- ❑ Les systèmes de conduite à SFE élevée ont fourni des valeurs plus négatives de potentiel hydrique foliaire ( $\psi$ ), traduisant un manque d'eau plus important que dans les systèmes à SFE limitée.
- ❑ Une contrainte hydrique modérée résultant d'une bonne exposition du feuillage à l'éclairement direct est toutefois considérée comme bénéfique par son action modératrice sur la croissance végétative et par son influence sur la répartition des assimilats vers les baies et les parties pérennes de la vigne.

## Remerciements

Nous remercions chaleureusement Geneviève Caloz de son excellent travail de diplôme réalisé sur le domaine expérimental de Leytron (VS), ainsi que l'ensemble du personnel pour son précieux soutien technique.

## Bibliographie

- Archer E. & Strauss H. C., 1989. The Effect of Plant Spacing on the Water Status of Soil and Grapevines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* **10** (2), 49-58.
- Caloz G., 1997. Influence de la densité de plantation et du rapport feuille-fruit sur le comportement physiologique et le potentiel qualitatif de la vigne. Travail de diplôme, ETH Zurich, 81 p.
- Carbonneau A., 1976. Analyse de croissance des feuilles du sarment de la vigne: estimation de la surface foliaire par échantillonnage. *Conn. Vigne Vin* **10** (2), 141-159.
- Carbonneau A., 1986. Stress modérés et le feuillage induits par le système de conduite et régulation photosynthétique de la vigne. In: Physiologie de la vigne. 3<sup>e</sup> Symposium international sur la physiologie de la vigne. 24-27 juin, 1986, Bordeaux, France, 378-385.
- Carbonneau A., 1989. L'exposition utile du feuillage: définition du potentiel du système de conduite. Systèmes de conduite de la vigne et mécanisation. OIV Ed., Paris, 13-33.

## Summary

### Inter-row distance and height of hedge foliage. 2. Incidence on the vine water status

The influence of canopy management factors, such as inter-row distances and height of hedge foliage, on vine water status (cv. Chasselas) was studied from 1996 to 1998 on the experimental estate of the Agroscope Changins-Wädenswil at Leytron (Wallis, Switzerland).

Training systems which have a high surface area of exposed foliage (low inter-row spacing and foliage of significant height) developed greater water stress than systems with smaller areas of exposed foliage during periods of extreme climatic conditions and drought. In addition, in vines with large plant volumes, a reduction in gaseous exchanges (photosynthesis and leaf transpiration) was observed.

**Key words:** inter-row distance, surface area of exposed foliage, water status.

## Zusammenfassung

### Reihenabstand und Laubwandhöhe. 2. Einfluss auf dem Wasserzustand der Rebe

Zwischen 1996 und 1998 wurde im Versuchsweinberg von Agroscope Changins-Wädenswil in Leytron, Wallis, der Einfluss von den Erziehungssystemparametern wie Reihenabstand und Laubwandhöhe auf dem Wasserzustand der Rebe studiert.

In grossen klimatischen Wasserbedarf- und Bodenaustrocknungsperioden, haben die Erziehungssysteme die eine hohe exponierte Blattfläche aufweisen (kleinen Reihenabstand und grosse Laubwandhöhe) ausgeprägteren Wasserstress entwickelt als die Systeme mit kleiner exponierter Blattfläche. Im Fall von wichtigen Vegetationsvolumen wurde auch eine Verminderung der Gaswechsell (Photosynthese und Blatt-transpiration) beobachtet.

## Riassunto

### Distanza interfila e altezza della parete fogliare. 2. Incidenza sullo stato idrico della vite

Dal 1996 al 1998 sono stati studiati gli influssi dei parametri del sistema d'allevamento quali la distanza interfila e l'altezza della parete fogliare sullo stato idrico della vite (cv. Chasselas) nel vigneto sperimentale di Agroscope Changins-Wädenswil a Leytron, Vallese.

In periodi di forte domanda climatica e di inaridimento dei suoli, i sistemi d'allevamento che presentano una superficie fogliare esposta elevata (piccola distanza interfila e altezza parete fogliare importante) hanno sviluppato uno stress idrico più marcato rispetto ai sistemi a debole superficie fogliare esposta. Con dei volumi di vegetazione importanti è stata ugualmente osservata una diminuzione degli scambi gassosi (fotosintesi e traspirazione fogliare).

Schneider C., 1985. Influence de la suppression des entre-cœurs de souches de vigne sur le microclimat lumineux et la récolte. *Conn. Vigne Vin* **19**, 17-30.

Ziegler R., 1990. Einfluss von Pflanzdichte und Belastung (Triebzahl) auf das Wachstum der Weinrebe, auf die Reifeentwicklung der Trauben und auf den Ertrag. Travail de diplôme ETH, Zurich.

Zufferey V., 2000. Echanges gazeux des feuilles chez *Vitis vinifera* L. (cv. Chasselas) en fonction des paramètres climatiques et physiologiques et des modes de conduite de la vigne. Thèse de doctorat de l'EPF Zurich, 335 p.

Zufferey V. & Murisier F., 2003. Distance interligne et hauteur de la haie foliaire. 1. Incidence sur le potentiel d'interception lumineuse et la photosynthèse de la vigne. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **35** (5), 285-288.



## Votre spécialiste pour la technique arboriculture

### Machine pour la récolte des fruits Feucht OB 80 / 80 H



**NOUVEAU**  
avec vidage haut débit

- Largeur de travail 80 cm
- Rotor de plantation
- Blocage de différentiel
- OB 80 H: vidage haut débit

### Machine pour la récolte des fruits Feucht OB 80 R



**NOUVEAU**  
à partir de CHF 19'900.-

- Vidage haut débit hydraulique
- Jusqu'à 8 tonnes à l'heure
- Transmission continue hydrostatique
- Rotor de plantation
- OB 100: Transmission intégrale en option

### Secoueur à fruits Feucht OBS



- Fixation au trois-points
- Pour la prise de force avant/arrière
- A partir de 15 CV

### Pont de travail Knecht öko 2000 Pro



**NOUVEAU**  
hauteur de pont 260 cm

Possibilité  
d'utiliser cette  
machine durant  
1 journée dans  
votre  
exploitation

### Pulvérisateurs Holder AS/NI



AS: Fixation au trois-points  
NI: Machine traînée

- Machines pour le mulching
- Remorques à paloxes
- Barre de traitement pour herbicide
- Coupe-racines

**N'hésitez pas à nous contacter!**  
**076 488 23 75** [www.lvmc.ch](http://www.lvmc.ch)

LV-Maschinencenter EGLA  
Bucherstrasse 2  
9322 Egnach  
Tel. 071 292 30 52 / 076 488 23 75





**OENO PÔLE**  
Au service de la qualité

### Etiqueteuses CDA




Manuelles ou automatiques, de 700 à 3500 bt/h. Pour tous formats de bouteilles.

Jusqu'à 3 postes de pose, vaste choix d'options.

### Pompe péristaltique

Transfert respectueux de la vendange et des vins



### Débouillage par flottation

Petites unités mobiles dès 3000 l/h.

Clarifie tous types de moûts ou jus de fruits



3-5 % de bourbes

Tél : +41 78 716 40 00      Mail: [oenologie@urbanet.ch](mailto:oenologie@urbanet.ch)  
Détails sur: [WWW.OENO-POLE.CH](http://WWW.OENO-POLE.CH)

## PÉPINIÈRES VITICOLES

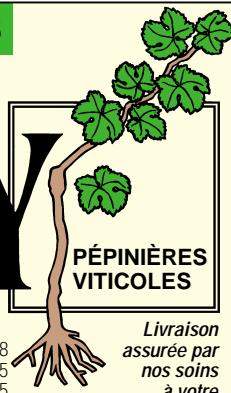
production personnelle:

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

JEAN-CLAUDE

# FAY

PÉPINIÈRES VITICOLES



73250 FRETERIVE  
FRANCE  
TÉL. 00 33 479 28 54 18  
PORT. 00 33 680 22 38 95  
FAX 00 33 479 28 68 85  
E-MAIL: [jeanclaude.fay@wanadoo.fr](mailto:jeanclaude.fay@wanadoo.fr)

*Livraison assurée par nos soins à votre exploitation*



Vitesses surface  
Heures



Débitmètres



Contrôle pulvérisation

## Tous les compteurs pour l'agriculture de précision

### AgriTechno L'agriculture de précision

Case postale 24 - CH-1066 Epalinges  
Tél. 021 784 19 60 - Fax 021 784 36 35 - GSM 079 333 04 10  
E-mail: [agritechno-lambert@bluwin.ch](mailto:agritechno-lambert@bluwin.ch)

Vos vignes méritent la meilleure protection fongique

# VERITA<sup>®</sup>

Protection tri-active contre le mildiou

# LEGEND\*

Efficace et durable contre l'oidium



**Omya (Schweiz) AG**  
**AGRO** CH-5745 Safenwil, Tel. 062 789 23 41  
www.omya.ch



Verita: Classe de toxicité libre  
Legend: Classe de toxicité 5S  
Observer les indications figurant sur la notice d'emballage  
Verita: marque enregistrée de Bayer Gruppe  
Legend: marque enregistrée de Dow AgroSciences

**AVIDOR**

*Nouvelle technologie • Nouvelle technique!*

**VALAIS SA** *Porte-outils GRIZZLY HT-200*

ZI Falcon - Rue du Stand 11  
3960 SIERRE  
Tél. 027 456 33 05  
Fax 027 456 33 07  
E-mail: valais@avidor.ch  
www.avidor.ch



**Demandez une démonstration  
ou un essai à:**

Walty Cheseaux  
Tél. 027 456 33 05  
Natel 078 623 09 93  
E-mail: roche@teltron.ch

**Caractéristiques: Moteur Diesel • PDF mécanique**

**TRAVAUX DE SOL • TRAITEMENT PHYTO • ROGNEUSE • BROYAGE • BÉCHAGE**



## Neuf ans de lutte par confusion contre les vers de la grappe à Yvorne

P. J. CHARMILLOT et D. PASQUIER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, 1260 Nyon 1

@ E-mail: pierre-joseph.charmillot@acw.admin.ch  
Tél. (+41) 22 36 34 379.

### Résumé

La lutte par confusion contre les vers de la grappe, cochylys *Eupoecilia ambiguella* et eudémis *Lobesia botrana*, a été appliquée de 1997 à 2005, dans les 165 ha du vignoble d'Yvorne (Chablais vaudois). Les diffuseurs suivants ont été utilisés: RAK1+2, Bocep Viti, RAK1+2R et Isonet-LE. L'expérimentation a rencontré de nombreuses difficultés au cours des sept premières années pour différentes raisons: population initiale trop élevée, pose trop tardive des diffuseurs, durée d'émission trop courte, densité trop faible de diffuseurs par ha ou changement de dominance des ravageurs lié aux conditions climatiques. Des traitements insecticides complémentaires contre la première ou la seconde génération se sont avérés indispensables sur une surface plus ou moins importante selon l'année. Enfin, en 2004 et 2005, tout recours aux insecticides a pu être évité et les populations de ravageurs se sont effondrées. Au cours de ces neuf années d'expérimentation, les niveaux d'attaque, très fluctuants, ont toujours été plus faibles à Yvorne que dans le vignoble voisin d'Aigle, conduit en lutte classique.

### Introduction

A l'initiative d'une poignée de viticulteurs particulièrement motivés, les quelque 100 exploitants du vignoble d'Yvorne ont décidé, dès 1997, d'affronter les vers de la grappe avec la technique de la confusion. La pression de ces ravageurs est généralement très forte dans les 165 ha du vignoble d'Yvorne. La principale particularité de ce vignoble réside dans la dominance quasi exclusive de cochylys *Eupoecilia ambiguella*. Cet article relate l'évolution de la situation au cours de neuf années de lutte, de 1997 à 2005. Ces années ont été marquées tout d'abord par des déboires, puis par un renversement de dominance lorsque l'eudémis *Lobesia botrana* a bénéficié d'un climat propice, et enfin par un succès incontestable mais difficilement acquis de la lutte par confusion. Cette expérimentation à long terme, soigneusement suivie avec la précieuse collaboration des viticulteurs, est riche en enseignements, non seulement sur la technique de la confusion et les différents types de diffuseurs testés, mais également sur la dynamique générale des deux ravageurs, ainsi que sur l'organisation de cette lutte collective au niveau d'un village.



Fig. 1. Le vignoble d'Yvorne est composé d'une entité principale de 150 ha (secteurs 2 à 14), située autour du village, et du Clos de La George de 15 ha (secteur 1), localisé environ 2 km plus au nord. (Photos [www.geoplanet.vd.ch](http://www.geoplanet.vd.ch)).





Fig. 2. Le diffuseur RAK n'a-t-il pas la forme d'un briquet? Il étincelle d'un parfum femelle qui excite les sens et allume les mâles. Ceux-ci volent en tous sens sans sentir les cent senteurs envoûtantes et lascives suintant de leurs consœurs. Sans fusion et sans effusion, leur passion vacille comme la flamme furtive d'un briquet qui se vide... c'est la confusion..



Fig. 3. Le diffuseur Isonet-LE est constitué de deux tubes en plastique soudés aux extrémités. Ils empêchent les papillons de s'accoupler, même lorsqu'ils sont disposés en forme de cœur!

## Matériel et méthodes

### Vignoble d'essai

Le vignoble d'Yvorne, planté essentiellement de Chasselas, mais également de Gamay, de Pinot Noir ainsi que de quelques autres cépages, s'étend sur une surface d'environ 165 ha (fig. 1). Il est composé d'une entité principale de 150 ha (secteurs 2-14) située autour du village, délimitée au sud-ouest par la route et des cultures annuelles, au nord et à l'est par la forêt et au sud-est par le vignoble d'Aigle. Le Clos de La George (secteur 1), localisé environ 2 km plus au nord, est un coteau parfaitement isolé de 15 ha, délimité au sud-ouest par la route et des cultures annuelles et par la forêt sur les autres côtés.

### Diffuseurs

Plusieurs types de diffuseurs, en développement ou homologués, ont été appliqués au cours de ces neuf années.

**Diffuseurs RAK1+2:** ces diffuseurs brun-rouge de la firme BASF (Allemagne) contiennent les attractifs de cochylys (ampoule 1) et d'eudémis (ampoule 2; fig. 2). Ils ont été appliqués en 1997 et 1998 à une densité d'environ 500 unités/ha (tabl. 1).

**Diffuseurs Bocep Viti:** ces diffuseurs blancs de BASF ne contiennent que la phéromone à cochylys. Ils ont été installés de 1999 à 2002 sur une partie ou sur la totalité du vignoble d'Yvorne à une densité d'environ 350 unités/ha.

**Diffuseurs RAK1+2R:** ces diffuseurs expérimentaux de BASF, prévus pour être appliqués à une densité de 200 unités/ha, contenaient les phéromones des deux espèces,

additionnées de citrales censées améliorer l'efficacité. Ils n'ont été testés qu'en 1999, sur 70 ha, dans la partie supérieure du vignoble d'Yvorne.

**Diffuseurs Isonet-LE:** ces diffuseurs tubulaires rouges de la firme Shin-Etsu (Japon) contiennent un mélange des attractifs des deux espèces (fig. 3). Ils ont été testés pour la première fois sur 15 ha en 2002, puis sur la totalité du vignoble de 2003 à 2005, à une densité de 350 à 500 unités/ha.

### Organisation des travaux

Le vignoble d'Yvorne est découpé en 14 secteurs géographiques délimités par des routes et chemins de desserte (fig. 1). Pour chaque secteur, un responsable est chargé de convoquer les viticulteurs pour la mise en place des diffuseurs, pour les échantillonnages

Tableau 1. Mise en place et caractéristiques des diffuseurs testés dans la lutte contre les vers de la grappe cochylys et eudémis à Yvorne de 1997 à 2005.

| Année                           | 1997    | 1998    | 1999                 |                         | 2000       | 2001       | 2002       |           | 2003      |           | 2004      | 2005      |
|---------------------------------|---------|---------|----------------------|-------------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Surface (ha)                    | 165     | 165     | 95                   | 70                      | 165        | 165        | 150        | 15        | 150       | 15        | 165       | 165       |
| Secteurs                        | 1-14    | 1-14    | 2 3 6<br>7 8 9<br>13 | 1 4 5<br>10 11<br>12 14 | 1-14       | 1-14       | 2-14       | 1         | 2-14      | 1         | 1-14      | 1-14      |
| Type de diffuseur               | RAK 1+2 | RAK 1+2 | Bocep Viti           | RAK 1+2R                | Bocep Viti | Bocep Viti | Bocep Viti | Isonet LE | Isonet LE | Isonet LE | Isonet LE | Isonet LE |
| Nombre de diffuseurs/ha         | 503     | 486     | 350                  | 200                     | 350        | 350        | 356        | 500       | 350       | 453       | 470       | 480       |
| Cochylys mg attractif/diffuseur | 167     | 216     | 435                  | 230                     | 340        | 340        | 340        | 182       | 182       | 182       | 182       | 182       |
| Eudémis mg attractif/diffuseur  | 148     | 156     | –                    | 199                     | –          | –          | –          | 182       | 182       | 182       | 182       | 182       |

d'attaque des première et seconde générations ainsi que pour leur transmettre des informations.

### Pose des diffuseurs

L'installation commence toujours par la mise en place d'une ceinture dans les bordures extérieures (abords du village, le long des routes larges, des bords de terrasses à forte dénivellation et des bosquets). Les diffuseurs y sont appliqués à 2 m les uns des autres afin d'assurer immédiatement une bonne protection, quelle que soit la direction des vents. Les diffuseurs restants sont par la suite répartis de façon homogène à l'intérieur de chaque secteur, chacun couvrant 26-93 m<sup>2</sup> selon le type de diffuseur appliqué (tabl. 1). Ainsi, la densité moyenne, bordures incluses, a varié entre 200 et 503 unités/ha. Selon la précocité de la saison, la pose des diffuseurs a été effectuée entre le 7 et le 28 avril, généralement avant le début du vol des papillons, malheureusement parfois avec un certain retard.

### Piégeage sexuel

Des pièges sexuels à eudémis et cochylys sont placés dans le vignoble d'Yvorne, ainsi qu'à Aigle, dans des vignes de référence conduites en lutte classique. Ils sont contrôlés deux fois par semaine.

### Echantillonnages de l'attaque de la première génération

Les échantillonnages d'attaque de la première génération sont réalisés en un après-midi, avec l'aide de 20 à 40 viticulteurs, entre le 12 et le 23 juin, lorsque la somme des températures cumulées dès le début de l'année au-

dessus du seuil de 10 °C atteint 250-300 degrés-jours (dj). A ce moment-là, les glomérules tissés par les chenilles sont facilement détectables et la totalité des attaques est visible. Trois à quatre viticulteurs par secteur enregistrent par un contrôle visuel *in situ* le taux d'occupation des vers de la grappe: en se déplaçant à travers le vignoble, ils dénombrent les grappes occupées par un ou plusieurs glomérules sur 100 grappes échantillonnées à raison de 10 séries de 10 grappes consécutives. Selon l'année, les échantillonnages portent sur 9600 à 22 100 grappes. Les glomérules sont décortiqués pour rechercher les chenilles et déterminer la proportion de chaque espèce. Les résultats sont immédiatement cartographiés. Les zones où l'attaque dépasse 10% sont délimitées car elles seront traitées préventivement avec un insecticide contre la seconde génération. A titre de référence, dès 1998, l'attaque est également échantillonnée sur 1500 à 4500 grappes par année dans le vignoble voisin d'Aigle, conduit en lutte classique.

### Echantillonnages de l'attaque de la deuxième génération

L'échantillonnage de la deuxième génération est également effectué *in situ* par les viticulteurs, vers la mi-août. Ce contrôle est plus laborieux, car il s'agit de détecter les pénétrations dans les baies alors que les grappes sont déjà très serrées. C'est pourquoi l'échantillonnage porte sur un nombre plus limité de grappes par année (1400 à 7700 à Yvorne et 600 à 3500 à Aigle). Les chenilles retrouvées sont déterminées. La cartographie de l'attaque permet d'établir un bilan pour l'année en cours et d'estimer le potentiel des deux espèces pour l'année suivante.

### Emission de l'attractif

L'émission d'attractif est déterminée par la pesée hebdomadaire de deux diffuseurs exposés dans le vignoble de Changins et par l'analyse GC de la phéromone restant dans des diffuseurs exposés pendant différents laps de temps dans la vigne.

### Traitements complémentaires

Chaque année, un questionnaire est envoyé à tous les viticulteurs d'Yvorne ainsi qu'à ceux du vignoble d'Aigle afin d'enregistrer les surfaces traitées contre la première et la seconde génération.

## Résultats et discussion

### Année 1997

Dans le vignoble de référence d'Aigle, le premier vol des deux espèces commence dès le 21 avril et le second dès le 27 juin. Durant toute la saison, le piège à cochylys capture 267 papillons et celui à eudémis, 383. A Yvorne, les trois pièges répartis dans le vignoble capturent en moyenne 89 cochylys et 4 eudémis avant la pose des diffuseurs RAK1+2; celle-ci n'a été effectuée qu'entre le 28 et le 30 avril en raison d'une livraison trop tardive. Ainsi, des papillons de cochylys ont inévitablement bénéficié de ce retard pour s'ac-

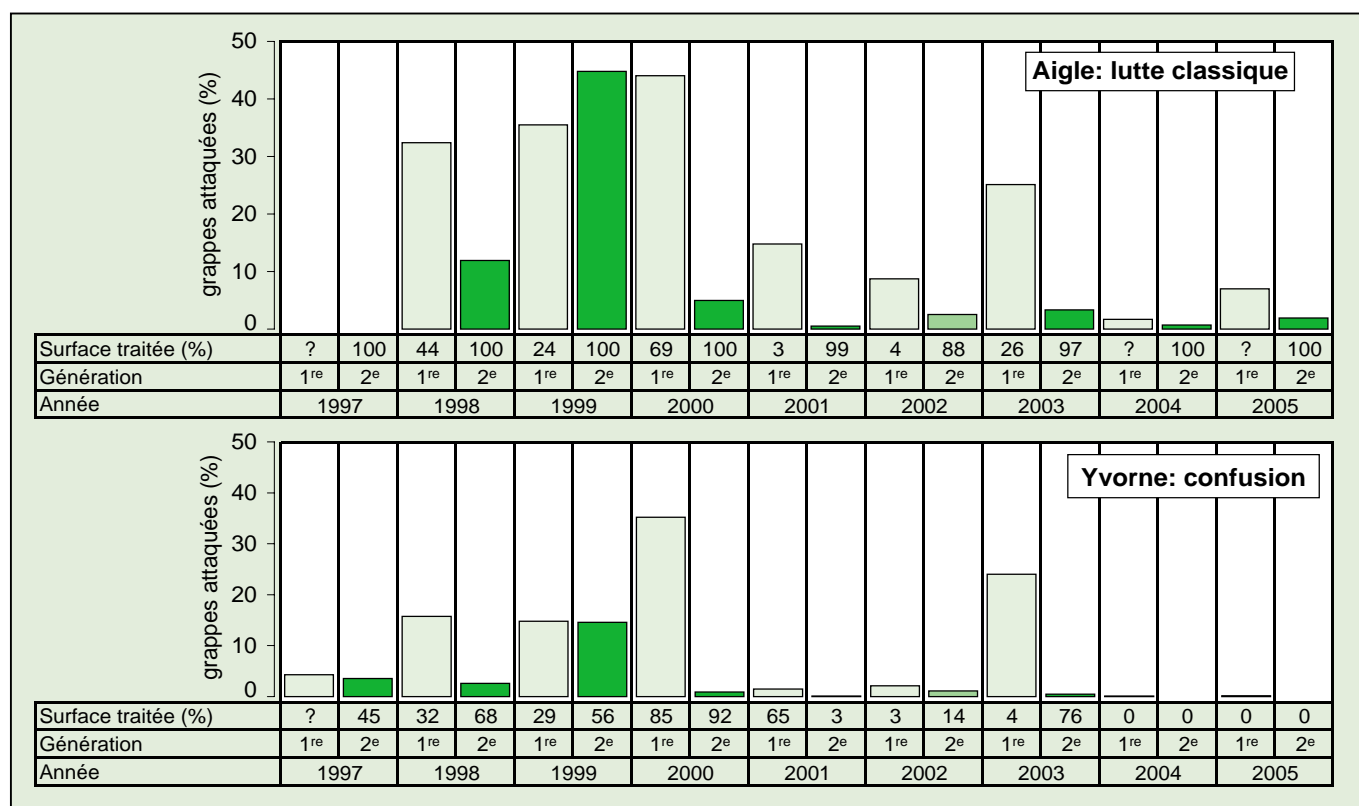


Fig. 4. Evolution des taux d'attaque et des pourcentages de la surface traitée contre la première et la seconde génération de 1997 à 2005. En haut: dans le vignoble d'Aigle conduit en lutte classique. En bas: dans le vignoble d'Yvorne où est appliquée la lutte par confusion.

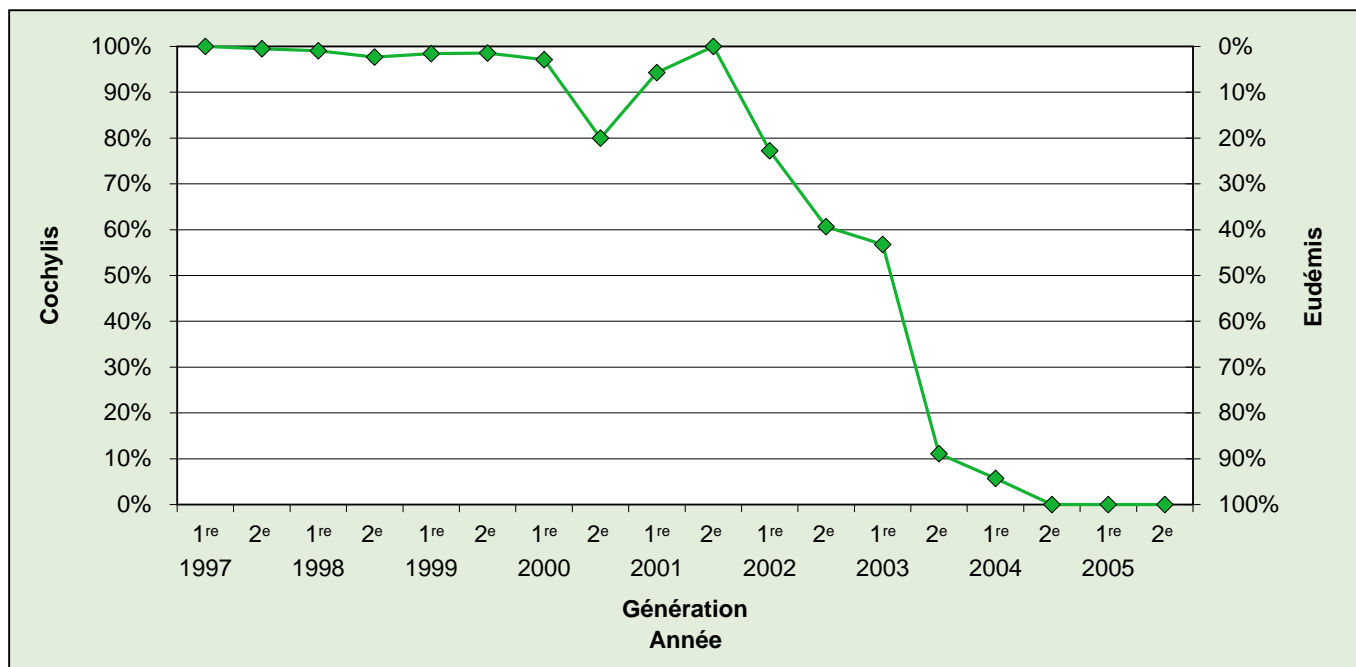


Fig. 5. Proportion de chenilles de cochylis *Eupoecilia ambiguella* et eudémis *Lobesia botrana* dans les échantillonnages d'attaque de la première et la seconde génération à Yvorne et à Aigle de 1997 à 2005.

coupler puis pondre durant une partie du premier vol. Dès l'installation des diffuseurs, plus aucun papillon des deux espèces n'a été capable de retrouver les pièges.

L'échantillonnage de la première génération révèle un taux moyen d'attaque de 4,3% (fig. 4), mais la répartition est très hétérogène, variant entre 1,7% et 12,4% selon les secteurs. Toutes les chenilles récupérées sont des cochylis (fig. 5). En raison d'un épuisement prématuré des ampoules à cochylis, des diffuseurs Bocep Viti contenant 312 mg d'attractif à cochylis sont ajoutés le 14 juillet, le long des bordures ainsi que sur quelques lignes de traverse, correspondant à un apport supplémentaire de 153 diffuseurs/ha.

L'attaque de la deuxième génération s'élève en moyenne à 3,5%, mais elle varie selon les secteurs entre 0,4% et 9,8%; 99,5% des chenilles retrouvées sont des cochylis. 45% de la surface du vignoble a reçu un traitement complémentaire contre la seconde génération, dans les zones où l'attaque dépassait 10% (fig. 4).

### Année 1998

A Aigle, le premier vol des deux espèces commence dès le 25 avril. Le piège à cochylis capture 513 papillons durant la saison et celui à eudémis, 309. A Yvorne, les cinq pièges à cochylis répartis dans le vignoble capturent en moyenne 38 papillons avant la pose des diffuseurs RAK1+2 qui a eu lieu du 27

au 30 avril. Certains papillons ont donc pu s'accoupler durant ce laps de temps. Dès l'installation des diffuseurs, plus aucune capture n'est enregistrée. Aucun papillon d'eudémis n'a été capturé durant toute la saison.

Lors de la première génération, le taux moyen d'attaque grimpe à 15,7% (fig. 4), avec d'énormes variations allant de 1,8 à 50% selon les secteurs, les plus fortes pressions étant localisées aux mêmes endroits que l'année précédente, soit dans le bas du vignoble. Un traitement curatif a été appliqué sur 32% de la surface.

Les 32,4% d'attaques relevés à Aigle malgré des traitements sur 44% de la surface indiquent que cette première génération a été extrêmement favorable, à cochylis en particulier. En effet, toutes les larves collectées à Yvorne sont des cochylis et la proportion de cette espèce s'élève à 98% à Aigle.

Lors de la seconde génération, l'attaque moyenne à Yvorne est de 2,6%, variant entre 0 et 15,3% selon les secteurs, mais un traitement complémentaire préventif a été effectué sur 68% de la surface, conformément aux recommandations émises sur la base de l'échantillonnage de la première génération. Dans les parcelles de référence d'Aigle, qui ont été traitées une ou deux fois, l'attaque moyenne atteint tout de même 11,9%. Ce résultat démontre que la lutte classique n'est pas une garantie absolue de succès. Toutes les larves collectées à Yvorne sont des cochylis tandis que la proportion de cochylis est de 96% à Aigle.

### Année 1999

La population d'eudémis étant insignifiante à Yvorne en 1998, les viticulteurs ont opté pour le diffuseur Bocep Viti chargé exclusivement de la phéromone à cochylis (tabl. 1). Afin de réduire les coûts, ces diffuseurs ont été installés à une densité réduite de 350 unités/ha sur 95 ha dans la partie inférieure du vignoble. La partie supérieure du vignoble ainsi que le Clos de La George, totalisant 70 ha, ont été équipés des diffuseurs expérimentaux RAK1+2R destinés aux deux espèces et installés à une densité de 200 unités/ha. D'autre part, un traitement préventif sur 29% du vignoble a été effectué contre la première génération afin d'abaisser les populations dans les zones les plus peuplées.

A Aigle, les premiers papillons sont capturés à partir du 26 avril. Les vols des deux espèces sont très importants; les pièges capturent en moyenne 648 cochylis et 614 eudémis durant la saison. Les diffuseurs ayant été installés le 22 avril à Yvorne, seuls deux papillons de cochylis sont capturés durant toute la saison.

Dans l'ensemble de l'essai, l'attaque de la première génération atteint en moyenne 14,8% (fig. 4), variant entre 2 et 40% selon les secteurs. Elle n'atteint en moyenne que 6,7% dans le haut du vignoble avec les diffuseurs RAK1+2R; en revanche, elle s'élève à 21,8% dans la partie inférieure équipée de diffuseurs Bocep Viti, où pourtant des surfaces importantes ont été traitées. Toutefois, ces chiffres sont trompeurs



et ne traduisent pas les performances de ces deux types de diffuseurs. Ils reflètent au contraire la pression initiale du ravageur. En effet, par rapport à la seconde génération de 1998, le taux d'attaque est multiplié par quatre dans le périmètre des diffuseurs Bocep Viti et par sept dans celui des diffuseurs RAK1+2R. A titre de comparaison, l'attaque atteint en moyenne 35,5% à Aigle, soit plus du double de celle enregistrée à Yvorne. Dans les deux vignobles, elle a essentiellement augmenté dans le haut du coteau par rapport à 1998. Toutes les larves collectées de la première génération à Yvorne sont des cochylys, tandis qu'à Aigle la proportion de cochylys est de 98%.

Lors de la seconde génération, l'attaque atteint en moyenne 14,6% à Yvorne malgré un traitement complémentaire sur 56% de la surface. La répartition est à nouveau très hétérogène; les plus fortes pressions, localisées aux endroits qui n'ont pas été traités contre la première génération, démontrent l'impact significatif du traitement préventif contre la première génération.

Malgré un ou deux traitements, l'attaque atteint 44,8% dans les vignes d'Aigle. La proportion de cochylys est de 100% à Yvorne et 96,7% à Aigle.

## Année 2000

Les diffuseurs Bocep Viti sont appliqués sur l'ensemble du vignoble à la densité réduite de 350 unités/ha, mais un traitement préventif est réalisé sur environ un tiers du vignoble dans les secteurs où la pression était la plus forte. Des traitements curatifs complémentaires sont effectués dans de nombreuses autres parcelles où l'attaque est très importante, de sorte que 85% de la surface a reçu un traitement contre la première génération.

Les pièges placés à Aigle capturent respectivement 300 cochylys et 251 eudémis durant la saison; ceux d'Yvorne n'en prennent que 3 et 0,5 par piège.

Malgré les traitements appliqués à Yvorne, et grâce à des conditions météorologiques extrêmement favorables à cochylys, 35,2% des grappes sont occupées lors de la première génération. Toutefois, ce taux d'attaque surestime la population survivante, car les glomérules restent visibles même après la mort des larves suite au traitement curatif. A Aigle, l'attaque atteint en moyenne 44% malgré des traitements effectués sur 69% de la surface. La dominance de cochylys reste presque totale dans les deux villages (fig. 5).

Lors de la seconde génération, la combinaison de la lutte par confusion et

d'un traitement préventif appliqué sur 92% de la surface d'Yvorne fait enfin tomber l'attaque moyenne à 0,9% (fig. 4). Elle n'a encore jamais été aussi basse lors de la seconde génération depuis le début des essais en 1997. Parmi les dix larves récupérées à Yvorne, deux sont des eudémis. A Aigle, où 60% des vignes ont reçu un seul traitement et le reste deux, l'attaque moyenne s'élève à 5%.

## Année 2001

Les diffuseurs Bocep Viti sont à nouveau appliqués sur l'ensemble du vignoble d'Yvorne à la densité réduite de 350 unités/ha avec toutefois un traitement complémentaire préventif sur 65% de la surface.

Les pièges placés à Aigle capturent 342 cochylys et 120 eudémis durant la saison; ceux d'Yvorne ne capturent rien. A Yvorne, l'attaque n'atteint en moyenne que 1,5%, soit dix fois moins qu'à Aigle, mais eudémis fait une timide apparition, constituant 14% des effectifs larvaires. Lors de la seconde génération, l'attaque n'est que de 0,1% à Yvorne, bien que 3% seulement de la surface ait été traitée. Les quelques larves retrouvées sont toutes des cochylys. Dans les vignes traitées d'Aigle, l'attaque est de 0,5%.

## Année 2002

Les diffuseurs Bocep Viti sont installés à la densité réduite de 356 unités/ha autour du village d'Yvorne dans les secteurs 2-14, tandis que le Clos de La George est équipé de diffuseurs Isonet-LE à 500 unités/ha.

A Aigle, l'attaque de la première génération atteint en moyenne 8,7%. Elle est par contre insignifiante au Clos de La George avec 0,8%. Dans le vignoble principal d'Yvorne, elle n'atteint en moyenne que 2,1%, mais la distribution est hétérogène: faible dans la partie ouest et plus élevée dans le secteur 12 où elle atteint en moyenne 11,3%. La proportion d'eudémis a fortement progressé par rapport aux années précédentes: elle atteint 37% en moyenne et même 52% dans le secteur 12, proche du vignoble d'Aigle. Cette augmentation d'eudémis s'explique par le fait que les diffuseurs Bocep Viti ne contiennent que l'attractif de cochylys.

Afin de contenir la pression d'eudémis dans le secteur 12, des diffuseurs Isonet-LE sont ajoutés sur environ 25 ha le 2 juillet, à la densité de 224 unités/ha.

A Aigle, l'attaque de la deuxième génération atteint en moyenne 2,6%. Elle n'est que de 0,4% au Clos de La George

équipé de diffuseurs Isonet-LE. Dans le vignoble principal d'Yvorne, elle s'élève en moyenne à 1,1%, variant selon les secteurs entre 0 et 5,5%; les plus fortes attaques sont enregistrées dans la partie est, du côté d'Aigle. Parmi les larves retrouvées, 55% sont des cochylys et 45% sont des eudémis. 3% de la surface d'Yvorne a été traitée contre la première génération et 14% contre la deuxième, essentiellement en raison de la pression d'eudémis.

## Année 2003

Les diffuseurs Isonet-LE sont installés entre le 25 et le 28 avril à la densité de 350 unités/ha dans le vignoble principal d'Yvorne et à 453 unités/ha au Clos de La George. Les pièges placés près du village ont capturé 73 eudémis et 2 cochylys avant la mise en place des diffuseurs, en raison d'une pose trop tardive. Ils n'ont plus rien pris par la suite.

Dans le vignoble d'Aigle, l'attaque de la première génération atteint en moyenne 25,1% et la moitié des chenilles retrouvées sont des eudémis. L'attaque n'est que de 0,6% au Clos de La George où les diffuseurs ont été placés plus tôt. Elle est par contre beaucoup plus élevée dans le vignoble principal, atteignant en moyenne 27,6%; la distribution est très hétérogène, variant entre 3% à l'ouest et 67% à l'est, dans le secteur 11 jouxtant Aigle. L'origine de ce mauvais résultat est due à la population initiale trop élevée, à une pose des diffuseurs trop tardive et à la densité réduite de 350 unités/ha. 70% des chenilles récupérées sont des cochylys, mais eudémis domine nettement dans la moitié est du vignoble.

Lors de la seconde génération, l'attaque n'atteint que 0,3% au Clos de La George, qui n'a pas été traité, et elle descend à 0,5% dans le vignoble principal d'Yvorne où 76% de la surface a été traitée. Elle atteint 3,3% dans les parcelles traitées à Aigle. Les conditions climatiques extrêmement chaudes et sèches de 2003 ont décimé cochylys, si bien qu'eudémis représente 85% des effectifs larvaires à Yvorne et 90% à Aigle.

## Année 2004

Les diffuseurs Isonet-LE sont installés suffisamment tôt, entre le 7 et le 15 avril, à la densité de 470 unités/ha, sur la totalité du périmètre d'Yvorne. L'attaque de la première génération est extrêmement faible puisqu'elle n'est en moyenne que de 0,1% contre 1,7% à Aigle. Lors de la seconde génération,

aucune attaque n'est décelée à Yvorne sur 7700 grappes échantillonnées et, pour la première année, sans aucun traitement complémentaire. L'attaque est à 0,7% à Aigle, provoquée exclusivement par eudémis.

## Année 2005

Les diffuseurs Isonet-LE sont installés sur l'ensemble du vignoble d'Yvorne à la densité de 480 unités/ha. L'attaque de la première génération n'est que de 0,2%, contre 7% à Aigle où toutes les chenilles retrouvées sont des eudémis. Lors de la seconde génération, sans aucun traitement complémentaire, aucune attaque n'est décelée à Yvorne sur 3000 grappes échantillonnées. A Aigle, l'attaque est à 1,9% dans les vignes de référence traitées.

## Remerciements

Nous remercions vivement tous les viticulteurs d'Yvorne qui ont participé activement à cette expérimentation, en particulier les chefs de secteurs qui ont

su motiver leurs troupes lorsque les vers de la grappe savaient leur enthousiasme. Notre gratitude s'adresse également à MM. M. Jeanrenaud, D. Zingg, M. Günter, U. Neumann, K. Ogawa, T. Kobayashi et K. Ogura des firmes Andermatt Biocontrol AG, BASF (Allemagne) et Shin-Etsu (Japon) pour leur très précieuse collaboration. Un merci particulier aux nombreux stagiaires qui

nous ont assistés ainsi qu'à M<sup>mes</sup> M. Thorimbert et Ch. Salamin pour les traductions des résumés.

## Bibliographie

Pour les références bibliographiques, voir l'article de Degen Th., Chevallier A. et Fischer S., 2005. Evolution de la lutte phéromonale contre les vers de la grappe. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 37 (5), 273-280.

### Summary

#### Nine years of mating disruption to control grape moth at Yvorne

The mating disruption technique to control grape berry moth *Eupoecilia ambiguella* and grape vine moth *Lobesia botrana*, was applied by means of RAK1+2, Bocep Viti, RAK1+2R, or Isonet-LE dispensers, from 1997 until 2005 on the 165 ha vineyard of Yvorne. Many difficulties appeared during the first years, due to a high initial population, a late installation of the dispensers, a too short duration of pheromone emission, an insufficient density of dispensers per ha or a change of the pest's dominance related to climatic conditions. Complementary insecticidal treatments in first or second generation proved to be necessary on a more or less large surface according to the seasons. Eventually, in 2004 and 2005, any recourse to insecticides could be avoided and the populations of pest broke down. During these nine years, the level of damage, which strongly fluctuated, was always lower at Yvorne than in the vineyard of Aigle nearby, under classical control with insecticides.

**Key words:** grape berry moth, *Eupoecilia ambiguella*, grapevine moth *Lobesia botrana*, mating disruption, dispensers, population density.

## Conclusions

La lutte par confusion, appliquée contre les vers de la grappe sur les 165 ha du vignoble d'Yvorne de 1997 à 2005, a tout d'abord conduit à des déboires considérables. Durant sept ans, des traitements insecticides complémentaires contre la première ou la seconde génération se sont avérés indispensables sur une surface plus ou moins importante selon l'année. Enfin, en 2004 et 2005, tout recours aux insecticides a pu être évité et les populations de ravageurs se sont effondrées. Cet essai de longue durée permet de tirer de nombreux enseignements sur la technique de confusion, les diffuseurs testés, la dynamique de cochylis et d'eudémis ainsi que l'efficacité des traitements complémentaires:

- ❑ Une installation trop tardive des diffuseurs après le début du vol, comme ce fut le cas en 1997, 1998 et 2003, ne pardonne pas: Les femelles fécondées avant la pose pondent et engendrent une descendance qui dépasse le seuil de tolérance.
- ❑ Lorsque les populations initiales sont trop élevées, la combinaison de la lutte par confusion et d'un traitement insecticide est indispensable. Dans ce cas, une intervention contre la première génération, appliquée sur tout le vignoble, a un meilleur impact sur la dynamique des populations qu'un traitement contre la seconde génération.
- ❑ Les diffuseurs RAK1+2 testés en 1997 et 1998 ne contenaient pas suffisamment d'attractif pour assurer une protection jusqu'à la fin du deuxième vol de cochylis. Ce problème est actuellement résolu en Suisse avec la nouvelle homologation qui porte leur charge en phéromone à 350 mg pour cochylis et 240 mg pour eudémis.

- ❑ Les diffuseurs Bocep Viti, ne contenant que la phéromone à cochylis, testés de 1999 à 2002, ont dû être abandonnés en raison d'une recrudescence des populations d'eudémis.
- ❑ Le diffuseur RAK1+2R, testé à la densité de 200 unités/ha sur une partie du vignoble en 1999, n'a pas convaincu.
- ❑ Les diffuseurs Isonet-LE, appliqués de 2002 à 2005, ont toujours émis les phéromones des deux espèces de façon très régulière, assurant une protection au-delà du deuxième vol.
- ❑ La réduction, pour des raisons de coûts, de la densité de diffuseurs au-dessous des 500 unités homologuées par ha ne doit être envisagée que lorsque la pression des vers de la grappe est très faible.
- ❑ L'inversion de la proportion des deux ravageurs, qui a passé d'une dominance absolue de cochylis à une dominance arrogante d'eudémis, n'est pas une conséquence de la lutte par confusion. Elle est incontestablement liée aux conditions climatiques, puisque la même évolution s'est manifestée non seulement dans le vignoble voisin d'Aigle mais également dans tout le nord de l'Europe.
- ❑ Durant ces neuf ans, les niveaux d'attaque ont très fortement fluctué; en outre, ils ont toujours été nettement plus faibles à Yvorne que dans le vignoble voisin d'Aigle conduit en lutte classique.
- ❑ Lorsque la pression des ravageurs est modérée, comme en 2004 et 2005, la technique de confusion est nettement plus efficace que la lutte classique.

## Zusammenfassung

### Neun Jahre Bekämpfung der Traubenwickler mittels Verwirrungstechnik in Yvorne

Die Verwirrungstechnik mit den Dispensern RAK1+2, Bocep Viti, RAK1+2R und Isonet-LE wurde von 1997 bis 2005 zur Bekämpfung des einbindigen Traubenwicklers *Eupoecilia ambiguella* und des bekreuzten Traubenwicklers *Lobesia botrana* auf den 165 Hektaren des Weinberges von Yvorne angewendet. Zahlreiche Schwierigkeiten sind im Laufe der ersten Jahre aufgetreten. Sie waren begründet durch eine zu hohe Anfangspopulation, ein zu spätes Aufhängen der Dispenser, eine zu kurze Emissionsdauer, eine zu schwache Dichte von Dispensern pro ha oder einen Wechsel der vorherrschenden Traubenwicklerart, der mit den klimatischen Bedingungen zusammenhängt. Zusätzliche Insektizidbehandlungen haben sich in der ersten oder der zweiten Generation je nach Jahr auf einer mehr oder weniger grossen Fläche als unentbehrlich erwiesen. Schliesslich konnte im Jahre 2004 und 2005 auf jeglichen Einsatz von Insektiziden verzichtet und die Population der Traubenwickler auf niedrigem Niveau gehalten werden.

Im Laufe dieser neun Jahre hat die Befallshöhe sehr stark fluktuiert, sie war in Yvorne aber immer tiefer als im benachbarten Weinberg von Aigle, der mit klassischen Insektiziden gespritzt wurde.

## Riassunto

### Nove anni di lotta con la confusione contro i vermi del grappolo ad Yvorne

La lotta con la confusione contro i vermi del grappolo, la tignola *Eupoecilia ambiguella* e la tignoletta *Lobesia botrana*, è stata applicata tramite l'uso di diffusori RAK, Bocep Viti, RAK1+2R o Isonet-LE, dal 1997 al 2005, nei 165 ettari del vigneto di Yvorne. Numerose difficoltà sono apparse nel corso dei primi anni, legate sia ad una popolazione iniziale troppo elevata ed a una posa troppo tardiva dei diffusori, sia ad una durata di emissione troppo corta, ad una densità troppo debole di diffusori, oppure a un cambiamento di dominanza dei devastatori legato alle condizioni climatiche. Trattamenti pesticidi complementari in prima e seconda generazione si sono avverati indispensabili su una superficie più o meno importante a secondo dell'anno. Infine nel 2004 e 2005, ogni ricorso agli insetticidi ha potuto essere evitato e le popolazioni dei devastatori sono crollate. Nel corso di questi nove anni, i livelli di attacco, benché abbiano fortemente fluttuato, sono sempre stati più deboli a Yvorne che nel vigneto vicino di Aigle, condotto in lotta classica.



**PÉPINIÈRES  
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**



### UNSERE HÄNDLER:

Serie Ergit SRX 9400

Josef Knüsel  
Fänn - Aahusweg  
6403 Küssnacht a. R.  
Tel. 041 850 15 33  
www.knuesel-sepp.ch

Bernard Frei & CIE SA  
Rue des Moulins 22  
2114 Fleurier  
Tel. 032 - 8672020  
www.bernardfrei.ch

Silent AG  
Mattenstrasse 2  
8112 Otelfingen  
Tel. 044 - 847 27 27  
www.silentag.ch

**ANTONIO  
CARRARO**

www.antoniocarraro.com

Tractor people

# Cava-Tec

Oenologische Dienstleistungen

⇒ Egrappoirs-fouloirs dès CHF 7500.-

⇒ CUVES DE PICHAGE

⇒ «VINO-LOK», BOUCHONS VERRE

⇒ TECHNOLOGIE OSMOSE INVERSE

Cava-Tec GmbH, Kurt Nussbaumer / Roland Lienhard  
Werbhollenstrasse 52 • 4143 Dornach • www.cava-tec.com  
Tél. 061 701 17 17 – Fax 061 701 99 82

**BOUCHONS Schittler** 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

**VENI – VIDI – VINIVIS**  
LA NOUVELLE CAPSULE  
28/44 B.V.S.  
CONSULTEZ LE SITE  
[WWW.SWISSCORK.CH](http://WWW.SWISSCORK.CH)



# DUVOISIN Puidoux

L'effeuilleuse **BINGER**



**Binger Seilzug**

EFFEUILLEUSES, ROGNEUSES, PALISSEUSES  
adaptations sur tracteurs ou chenillettes

TRACTEURS viticoles **HOLDER** articulés 4 RM  
Importateur - Vente - Réparation - Pièces détachées

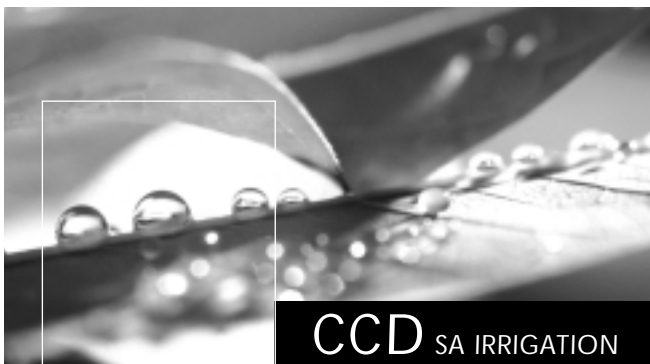
**DUVOISIN & Fils SA** - 1070 Puidoux-Gare  
Machines viticoles et agricoles

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

**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



**CCD** SA IRRIGATION

- Goutte à goutte
- Micro-jet
- Aspersion
- Pompage
- Ferti-irrigation



Arboriculture

Viticulture

Cultures maraîchères

Petits fruits

ASSISTANCE TECHNIQUE

route cantonale - CH - 1906 Charrat  
tél 027 746 33 03 - fax 027 746 33 11



manutention  
sécurité



Nous donnons  
du mouvement  
à vos idées!

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

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

# BAC À VENDANGE

## INOX

A partir  
de 6 pièces  
**CHF 870.-**  
pièce

Contenu (volume): 640 litres

Poids: 38 kg

Produit de qualité suisse 100%

- Encastrable, blocage impossible
- Entièrement en inox DIN 1.4301
- Grande résistance aux chocs
- Durée de vie illimitée
- Nettoyage au jet suffisant
- Pas de problème de recyclage



**GUSTAV WEGMANN AG**  
Metallwarenfabrik

CH-8957 Spreitenbach Tél. 056 419 70 90  
Fax 056 419 70 99

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



# 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**

## PRESSOIRS «DELLA TOFFOLA»

Capacité: 12 hl-450 hl



- NOUVEAUTÉ: AVEC MEMBRANE ÉLASTIQUE
- Meilleure qualité des moûts
- Gain de temps jusqu'à 50% grâce au principe de la membrane centrale
- Pressoirs entièrement en inox
- Références de premier ordre

● MATÉRIEL DE RÉCEPTION DE LA VENDANGE «ARMBRUSTER»

● CUVES EN INOX «MÖSCHLE» standards ou sur mesure

● FILTRES «DELLA TOFFOLA» à vide, à kieselguhr, à plaques

● APPAREILS DE FLOTTATION «KIESEL», «ROMFIL»

● FILTRES TANGENTIELS «ROMFIL»

● POMPES «MANZINI», «KIESEL»

● MACHINES DE MISE EN BOUTEILLES de 1500 bouteilles/heure à...

**KARL STREULI SA**

Katzenrütistrasse 79 – 8153 RÜMLANG  
Tél. 044 817 06 86 – Fax 044 817 18 35  
E-mail: streuli-ts@bluewin.ch  
www.streuli-karl-ag.ch

## Pépinières Ph. Borioli

*Partenaire de votre réussite*

### Planter c'est prévoir!

Réservez l'assemblage idéal cépage - clone / porte-greffe  
Pieds de 30 à 90 cm



### Nouvel encépagement?

Vinifera ou Interspécifique, demandez nos conseils et services



### Raisins de table: votre nouvelle culture fruitière!

Choix de variétés adaptées à vos labels



CH-2022 BEVAIX

Tél. 032 846 40 10

Fax 032 846 40 11

E-mail: info@multivitis.ch www.multivitis.ch



Tracteur Viti-plus équipé d'un sulfatage

# 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)





# Incidence du type de plant et de la date de plantation sur le rendement et la précocité des fraises sous tunnel

ANÇAY A.<sup>1</sup>, BAROFFIO C. et CARLEN C., Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

@ E-mail: [andre.ancay@acw.admin.ch](mailto:andre.ancay@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 27 34 53 550.

## Résumé

Le choix du type de plant et de la date de plantation doit être adapté à la variété afin d'exploiter son potentiel agronomique. Ce critère est donc important pour la réussite d'une culture de fraises. Les essais effectués sous tunnel au Centre des Fougères d'ACW ont montré que, pour les variétés Clery, Darselect et Madeleine, les plants mottés donnent de meilleurs rendements et des récoltes plus précoces que les plants frigo. La date de plantation influence moins fortement le rendement et la précocité, pour autant que les plants frigo soient mis en place avant le 15 juillet et les plants mottés avant le 10 août. Des plantations plus tardives défavorisent nettement le rendement.

## Introduction

Plusieurs types de plants de fraisier existent sur le marché: les tray plants, les plants mottés et les plants frigo. En Suisse, seuls les deux derniers sont utilisés à large échelle en culture de pleine terre. Actuellement, la majorité des cultures se font avec des plants frigo.

<sup>1</sup>Avec la collaboration technique de Christophe Auderset, Bernard Sauthier et Monique Benz.



Fig. 1. Plants frigo.



Fig. 2. Plants mottés.

Les fraises sont plantées de mi-mai à fin juillet pour les plants frigo et en août pour les plants mottés. Généralement, les producteurs commencent les nouvelles plantations après la récolte des fraises, lorsque la main-d'œuvre est disponible.

Le guide des petits fruits (FUS, 2002) conseille d'adapter le type de plants et la date de plantation à la variété, en mentionnant que les plants mottés favorisent la précocité de la récolte et qu'une plantation tôt dans la saison permet d'augmenter le rendement. Ceci se justifie particulièrement avec les nouvelles variétés comme Cléry, Madeleine ou Darselect, très intéressantes pour leurs qualités gustatives, mais de rendement moyen.

Afin de préciser l'incidence du type de plant et de la période de plantation sur la précocité et le rendement des variétés Cléry, Madeleine et Darselect, des plants mottés et des plants frigo installés à diverses dates de plantation ont été mis en comparaison.

## Matériel et méthodes

### Site et matériel végétal

Les essais ont été mis en place au Centre des Fougères d'ACW dans la plaine du Rhône à 500 m d'altitude (Valais central) de 1999 à 2005.

Deux types de plant, «frigo» et «motté», ont été mis en comparaison. Pour chaque type de plant, plusieurs dates de plantation ont été choisies.

### Plant frigo

Le plant frigo (fig. 1) est un plant à racines nues multiplié par stolonnage. Le prélèvement des plants enracinés est effectué en pépinière durant les mois de décembre et de janvier. Après élimination du feuillage, ils sont conservés à  $-2^{\circ}\text{C}$  dans des chambres froides jusqu'à la veille de la plantation (Risser et Navatel, 1997). A l'achat, les plants frigo sont meilleur marché que les mottés. En revanche, ils exigent plus de soin l'année de plantation. Les stolons et les fleurs doivent être enlevés régulièrement afin de favoriser le développement végétatif de la plante.

### Plant motté

Le plant motté (fig. 2) est issu du bouturage de stolons. Des stolons portant des ébauches racinaires sont prélevés en juin-juillet et repiqués en mottes ou en godet. La reprise se fait sous brumisation. L'objectif est d'obtenir au bout de trois à quatre semaines un plant frais, bien enraciné, qui puisse être mis en place dès la fin de juillet. La plantation est mécanisable. Les jours qui suivent la plantation, il est important d'irriguer régulièrement pour favoriser la reprise des plants.

## Variétés

Les trois variétés retenues pour cette expérimentation, Cléry, Darselect et Madeleine, possèdent des qualités agronomiques et gustatives intéressantes pour la culture commerciale.

### Plantation et conduite de la culture

Les fraises ont été cultivées en tunnels de plastique de 5 m de large sur des parcelles à sol limoneux plus ou moins riche en silt. Les tunnels ont été mis en place au début de mars. La plantation sur butte couverte de plastique noir a été réalisée à une densité de 4 plants/m<sup>2</sup>, en lignes simples.

Pour faciliter la reprise des plants, une irrigation régulière par aspersion a été dispensée après la plantation. En automne, il n'y a eu aucun apport de fumure.

L'année de la récolte, les nutriments et l'eau nécessaires aux plantes ont été apportés par fertigation. Les normes de fumure pour les fraises, basées sur un potentiel de rendement de 2 kg/m<sup>2</sup>, sont de 100 kg N, 45 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 kg K<sub>2</sub>O et 25 kg Mg par ha. En fonction des résultats d'analyses de sol, seuls les deux tiers de la norme ont été apportés au printemps, en fractions hebdomadaires, de la reprise de végétation à la mi-récolte. L'irrigation a été basée sur les valeurs des tensiomètres.

La protection phytosanitaire s'est résumée à un traitement acaricide l'automne de la plantation et à deux traitements anti-oidium au printemps. L'année de la plantation, les stolons et les fleurs qui se sont développés ont été supprimés.

## Dispositif expérimental et statistique

Les procédés étudiés sont présentés dans le tableau 1. Chacun se composait de quatre répétitions de douze plants par variété réparties en blocs aléatoires complets. Pour le choix des dates de plantation, la date généralement adoptée par les producteurs a servi de base, à partir de laquelle une date plus précoce et une date plus tardive ont été

choisies. Pour les plants mottés, la première date de plantation dépendait surtout de la disponibilité des plants.

La différence des effets des procédés a été calculée au moyen d'une analyse de variance (SigmaStat, SPSS). Le test de Tukey a été utilisé lorsque les différences étaient significatives.

## Mesures et observations

### Comptage des inflorescences

Le potentiel de production a été évalué en relevant le nombre d'inflorescences par plante. Ce contrôle a été effectué au début de la floraison.

### Précocité de la récolte

La précocité a été déterminée par l'indice Faedi. Plus il est bas, plus la récolte est précoce. Cet indice est calculé selon la formule suivante:

$$\frac{\sum n_i g_i + n_2 g_2 + \dots}{[g_{tot}]} \text{ où}$$

$n_1, n_2, \dots$  = nombre de jours à partir du 1<sup>er</sup> janvier jusqu'à la 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, n<sup>e</sup> récolte.

$g_1, g_2, \dots$  = rendement par plante pour la 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, n<sup>e</sup> récolte.

$g_{tot}$  = rendement total par plante.

Ce paramètre est très important car il a une incidence directe sur le rendement économique de la culture. En effet, les prix obtenus par le producteur évoluent en cours de saison en fonction de l'offre et de la demande. En général, les prix sont plus élevés en début de récolte et baissent en cours de saison.

### Rendement

Les fruits ont été récoltés trois fois par semaine et triés par appréciation visuelle selon leur calibre (diamètre supérieur à 25 mm) et leur aspect extérieur (déformation, couleur hétérogène, problèmes sanitaires). Les fruits déclassés sont pesés et classés dans les déchets. Le rendement total comprend les fruits commercialisables et les déchets.

**Tableau 1. Dispositif expérimental avec indication de la variété, du type de plant et des dates de plantation.**

| Année de récolte | Variétés   | Type de plant  | Dates de plantation  |
|------------------|--|----------------|--|
| 2000             | Madeleine et Darselect<br>Madeleine              | Frigo<br>Motté | 25 juin, 8 juillet, 20 juillet 1999<br>4 août, 13 août, 23 août 1999       |
| 2001             | Madeleine et Darselect<br>Madeleine et Darselect | Frigo<br>Motté | 4 juillet, 13 juillet, 21 juillet 2000<br>28 juillet, 4 août, 11 août 2000 |
| 2002             | Madeleine et Darselect                           | Motté          | 25 juillet, 21 août 2001   |
| 2003             | Darselect  | Motté          | 30 juillet, 8 août 2002  |
| 2004             | Cléry et Darselect<br>Cléry et Darselect         | Frigo<br>Motté | 5 juin, 24 juin, 14 juillet 2003<br>7 juillet, 28 juillet, 17 août 2003    |
| 2005             | Cléry et Darselect<br>Cléry et Darselect         | Frigo<br>Motté | 25 juin, 12 juillet 2004<br>27 juillet, 13 août 2004                       |

Le poids moyen des fruits a été mesuré lors de chaque récolte en divisant le poids d'une barquette par le nombre de fruits qu'elle contenait.

### Mesure des paramètres qualitatifs des fruits

Les paramètres qualitatifs analysés étaient la teneur en sucres, l'acidité et la fermeté des fruits. Pour mesurer la teneur en sucres et en acidité titrable, des jus de fraises ont été préparés à l'aide d'un mixer. La teneur en sucres (exprimée en °Brix) a été évaluée au réfractomètre. L'acidité titrable (exprimée en g d'acide citrique/l) a été déterminée sur un échantillon de 10 g à un pH de 8,1 avec 0,1 M NaOH à l'aide du titrateur. La fermeté des fruits a été mesurée au pénétromètre Durofel (embout plat d'une surface de 0,5 cm<sup>2</sup>) et exprimée par l'indice Durofel.

## Résultats et discussion

### Incidence du type de plant sur le rendement, le calibre, le nombre d'inflorescences et la précocité

L'incidence du type de plant sur le rendement varie en fonction des variétés et des années. En fonction des variétés, les rendements ont été légèrement ou significativement plus élevés avec les plants mottés (tabl. 2). Les plants mottés de la variété Madeleine ont fourni, pour les deux années d'essais, un rendement significativement plus élevé que les plants frigo. Le calibre des fruits a été identique pour les deux types de plants en 2000, celui des plants frigo légèrement supérieur en 2001 (tabl. 3). Ces résultats confirment les observations faites par Longuetterre *et al.* (2004).

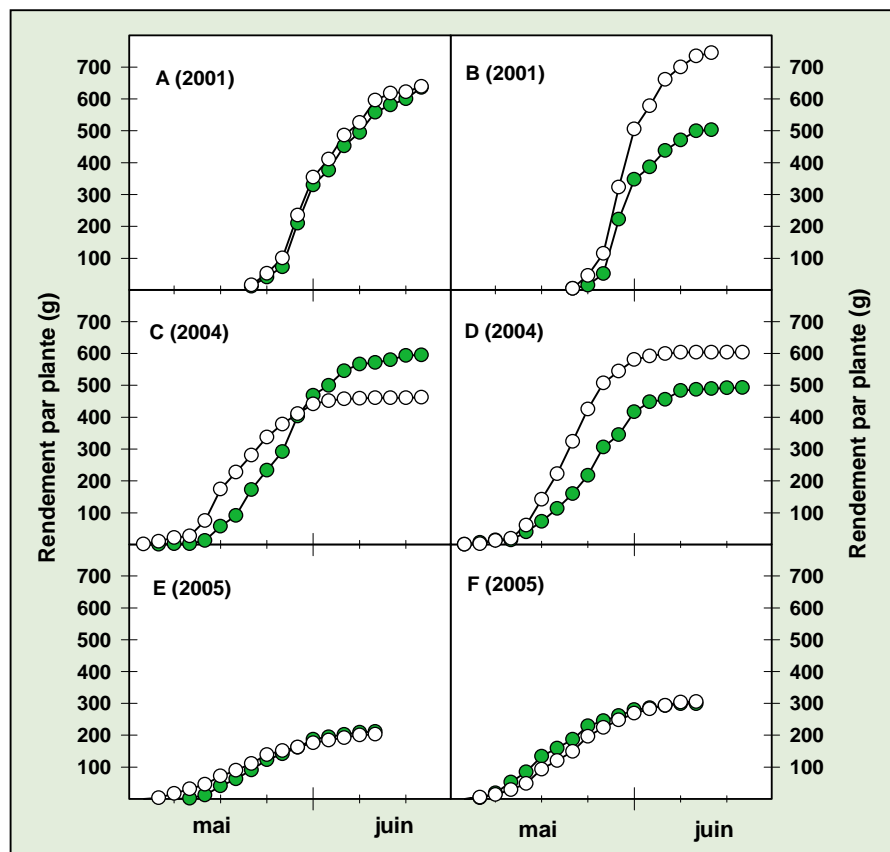
Pour la variété Cléry, les plants mottés ont été significativement plus productifs que les plants frigo en 2004. En 2005, les deux types de plants ont eu un rendement similaire. Les plants frigo ont toujours produit des fruits légèrement plus gros que les plants mottés.

Pour la variété Darselect, les rendements des plants mottés étaient supérieurs à ceux des plants frigo, mais de façon moins marquée qu'avec les variétés Madeleine ou Cléry. Pommier *et al.* (2004) relevaient aussi pour la variété Darselect la meilleure productivité des plants mottés par rapport aux plants frigo. Le calibre des fruits des plants frigo a été légèrement plus gros en 2001. En 2004, il n'y a pas eu de différence entre les types de plants. En 2005, ce sont les plants mottés qui ont donné les fruits les plus gros.

**Tableau 2. Influence du type de plant, de la variété et de l'année sur le rendement, le calibre des fruits et la précocité.**

| Année de récolte | Variété   | Type de plant | Rendement par plante |                           | Calibre                    | Précocité    |
|------------------|-----------|---------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|
|                  |           |               | Total (g)            | 1 <sup>er</sup> choix (g) | Poids moyen des fruits (g) | Indice Faedi |
| 2000             | Madeleine | Frigo         | 354,6 <sup>b</sup>   | 286,3 <sup>b</sup>        | 18,6                       | –            |
|                  |           | Motté         | 461,8 <sup>a</sup>   | 389,3 <sup>a</sup>        | 16,8                       | –            |
| 2001             | Darselect | Frigo         | 708,7                | 636,1                     | 27,3                       | 153          |
|                  |           | Motté         | 741,9                | 639,3                     | 25,3                       | 153          |
|                  | Madeleine | Frigo         | 563,0 <sup>b</sup>   | 502,9 <sup>b</sup>        | 26,3                       | 151          |
|                  |           | Motté         | 840,7 <sup>a</sup>   | 744,6 <sup>a</sup>        | 27,6                       | 151          |
| 2004             | Darselect | Frigo         | 727,7                | 654,9                     | 15,7                       | 147          |
|                  |           | Motté         | 760,7                | 681,9                     | 17,1                       | 145          |
|                  | Cléry     | Frigo         | 548,6 <sup>a</sup>   | 487,4 <sup>a</sup>        | 17,6                       | 144          |
|                  |           | Motté         | 657,1 <sup>b</sup>   | 601,3 <sup>b</sup>        | 15,2                       | 142          |
| 2005             | Darselect | Frigo         | 256,0                | 210,6                     | 13,8                       | 144          |
|                  |           | Motté         | 257,0                | 201,0                     | 13,8                       | 142          |
|                  | Cléry     | Frigo         | 359,2                | 299,0                     | 14,2                       | 141          |
|                  |           | Motté         | 381,5                | 305,4                     | 13,2                       | 141          |

Des lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences significatives entre les dates de plantation en fonction de la variété et de l'année de récolte ( $p < 5\%$ ).



**Fig. 3.** Comparaison de l'évolution de la production de fraises (1<sup>er</sup> choix) en fonction du type de plant (● plant frigo; ○ plant motté) et de la variété (A: Darselect, plant frigo: plantation le 21/7/00, plant motté: le 11/8/00; B: Madeleine: 4/7/00, 4/8/00; C: Darselect: 5/6/03, 17/8/03; D: Cléry: 14/7/03, 7/7/03; E: Darselect: 12/7/04, 13/8/04; F: Cléry: 25/6/04, 13/8/04).



**Tableau 3. Influence du type de plant, de la variété et de l'année sur le nombre d'inflorescences par plante.**

| Année de récolte | Variété   | Nombre d'inflorescences par plante |                  |
|------------------|-----------|------------------------------------|------------------|
|                  |           | Plant frigo                        | Plant motté      |
| 2000             | Madeleine | 4,0 <sup>b</sup>                   | 5,4 <sup>a</sup> |
| 2001             | Darselect | 4,1 <sup>b</sup>                   | 5,2 <sup>a</sup> |
|                  | Madeleine | 2,6 <sup>b</sup>                   | 3,7 <sup>a</sup> |
| 2004             | Darselect | 6,0                                | 7,0              |
|                  | Cléry     | 6,4                                | 5,3              |
| 2005             | Darselect | 4,0                                | 5,9              |
|                  | Cléry     | 4,5                                | 6,6              |

Des lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences significatives entre les dates de plantation en fonction de la variété et de l'année de récolte ( $p < 5\%$ ).

Les rendements généralement plus élevés des plants mottés par rapport aux plants frigo peuvent être reliés à l'observation du nombre d'inflorescences par plante. Pour les quatre années d'observations et pour toutes les variétés, les inflorescences étaient plus abondantes sur les plants mottés, sauf en 2004 pour la variété Cléry, où elles étaient plus nombreuses sur les plants frigo (tabl. 3).

Les récoltes ont toujours été un peu plus précoces avec des plants mottés (tabl. 2, fig. 3). Des essais effectués en France sur les variétés Darselect, Pajaro et Naiad confirment ces résultats en montrant que la récolte est significativement plus précoce avec des plants mottés qu'avec des plants frigo (Gasq et Taussig, 2004; Pommier *et al.*, 2004).

Les deux types de plants testés n'ont pas eu d'incidence sur des paramètres qualitatifs des fraises comme la teneur en sucre, l'acidité et la fermeté.

### Incidence de la date de plantation sur le rendement et la précocité

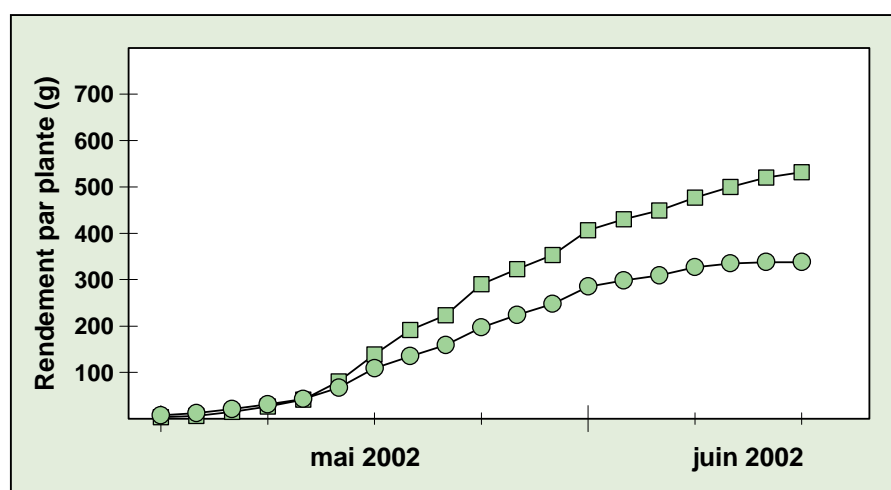
Pour toutes les variétés cultivées en plants mottés, ce sont toujours les dates de plantation les plus précoces qui donnent les meilleurs rendements (tabl. 4). Dans l'ensemble, les plantations faites après le 10 août ont toujours donné les rendements les plus faibles. Pour Darselect par exemple, le rendement obtenu par une plantation le 25 juillet est significativement plus élevé qu'avec celle du 21 août (fig. 4).

Pour les plants frigo, les différences entre les dates de plantation sont moins marquées (tabl. 4). Il n'y a pas de diffé-

**Tableau 4. Plants mottés: influence de la date de plantation pour les différentes variétés sur le rendement, le calibre des fruits, la précocité et la teneur en sucre des fruits.**

| Année de récolte | Variété   | Dates plantation | Rendement par plante |                           | Calibre                    | Précocité    | Sucre    |
|------------------|-----------|------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|----------|
|                  |           |                  | Total (g)            | 1 <sup>er</sup> choix (g) | Poids moyen des fruits (g) | Indice Faedi | (° Brix) |
| 2000             | Madeleine | 04.08.99         | 408,1 <sup>a</sup>   | 335,5 <sup>ab</sup>       | 19,9                       | –            | –        |
|                  |           | 13.08.99         | 461,8 <sup>a</sup>   | 389,3 <sup>a</sup>        | 16,8                       | –            | –        |
|                  |           | 23.08.99         | 240,5 <sup>b</sup>   | 217,4 <sup>b</sup>        | 19,4                       | –            | –        |
| 2001             | Darselect | 28.07.00         | 663,1                | 589,9                     | 23,9 <sup>b</sup>          | 152          | 8,1      |
|                  |           | 04.08.00         | 741,9                | 639,3                     | 25,3 <sup>ab</sup>         | 153          | 8,1      |
|                  |           | 11.08.00         | 692,7                | 622,3                     | 23,9 <sup>b</sup>          | 151          | 8,6      |
|                  | Madeleine | 28.07.00         | 791,2                | 707,7                     | 27,2 <sup>a</sup>          | 151          | 7,5      |
|                  |           | 04.08.00         | 840,7                | 744,6                     | 27,6 <sup>a</sup>          | 151          | 7,5      |
|                  |           | 11.08.00         | 803,3                | 711,6                     | 23,0 <sup>b</sup>          | 151          | 7,4      |
| 2002             | Darselect | 25.07.01         | 558,7 <sup>a</sup>   | 536,1 <sup>a</sup>        | 20,4                       | 141          | 8,6      |
|                  |           | 21.08.01         | 357,6 <sup>a</sup>   | 338,8 <sup>b</sup>        | 21,5                       | 139          | 9,5      |
|                  | Madeleine | 25.07.01         | 584,9                | 558,4                     | 21,6                       | 139          | 8,2      |
|                  |           | 21.08.01         | 484,4                | 455,1                     | 23,6                       | 140          | 8,6      |
| 2003             | Madeleine | 30.07.02         | 421,1                | 371,1                     | 18,3                       | 139          | 9,1      |
|                  |           | 08.08.02         | 429,7                | 382,1                     | 19,1                       | 138          | 8,9      |
| 2004             | Darselect | 07.07.03         | 588,7                | 533,0                     | 17,7                       | 147          | 9,2      |
|                  |           | 28.07.03         | 760,7                | 681,9                     | 17,1                       | 147          | 9,3      |
|                  |           | 17.08.03         | 498,1                | 462,3                     | 16,0                       | 141          | 9,4      |
|                  | Cléry     | 07.07.03         | 657,1 <sup>a</sup>   | 601,3 <sup>a</sup>        | 15,2                       | 142          | 8,2      |
|                  |           | 28.07.03         | 648,6 <sup>a</sup>   | 567,4 <sup>a</sup>        | 16,4                       | 147          | 8,8      |
|                  |           | 17.08.03         | 316,0 <sup>b</sup>   | 297,9 <sup>b</sup>        | 19,5                       | 144          | 9,4      |
| 2005             | Darselect | 27.07.04         | 257,0                | 201,0                     | 13,8                       | 142          | 10,6     |
|                  |           | 13.08.04         | 249,1                | 202,7                     | 14,9                       | 141          | 10,8     |
|                  | Cléry     | 27.07.04         | 381,5                | 305,4                     | 13,2                       | 141          | 9,8      |
|                  |           | 13.08.04         | 282,1                | 233,0                     | 13,7                       | 138          | 10,7     |

Des lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences significatives entre les dates de plantation en fonction de la variété et de l'année de récolte ( $p < 5\%$ ).



**Tableau 5. Plants frigo: influence de la date de plantation pour les différentes variétés sur le rendement, le calibre des fruits, la précocité et la teneur en sucre des fruits.**

| Année de récolte | Variété   | Dates plantation | Rendement par plante |                           | Calibre                    | Précocité    | Sucre    |
|------------------|-----------|------------------|----------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|----------|
|                  |           |                  | Total (g)            | 1 <sup>er</sup> choix (g) | Poids moyen des fruits (g) | Indice Faedi | (° Brix) |
| 2000             | Darselect | 25.06.99         | 606,8 <sup>a</sup>   | 486,0 <sup>a</sup>        | 17,05                      | –            | –        |
|                  |           | 08.07.99         | 427,6 <sup>b</sup>   | 376,5 <sup>a</sup>        | 17,82                      | –            | –        |
|                  |           | 20.07.99         | 255,1 <sup>c</sup>   | 212,2 <sup>b</sup>        | 15,82                      | –            | –        |
|                  | Madeleine | 25.06.99         | 354,6                | 286,3                     | 18,6                       | –            | –        |
|                  |           | 08.07.99         | 283,3                | 199,2                     | 18,1                       | –            | –        |
|                  |           | 20.07.99         | 285,1                | 228,6                     | 20,2                       | –            | –        |
| 2001             | Darselect | 04.07.00         | 684,8                | 606,8                     | 27,1 <sup>bc</sup>         | 153          | 8,5      |
|                  |           | 13.07.00         | 708,7                | 636,1                     | 27,3 <sup>b</sup>          | 153          | 8,0      |
|                  |           | 21.07.00         | 663,7                | 595,4                     | 30,6 <sup>a</sup>          | 152          | 8,3      |
|                  | Madeleine | 04.07.00         | 563,0                | 502,9                     | 26,3                       | 151          | 7,8      |
|                  |           | 13.07.00         | 537,2                | 491,3                     | 29,7                       | 151          | 7,8      |
|                  |           | 21.07.00         | 522,4                | 457,6                     | 26,6                       | 151          | 7,3      |
| 2004             | Darselect | 05.06.03         | 661,6                | 597,2                     | 17,2                       | 147          | 9,4      |
|                  |           | 14.07.03         | 727,7                | 654,9                     | 15,7                       | 145          | 9,3      |
|                  | Cléry     | 05.06.03         | 516,9                | 458,5                     | 18,6                       | 146          | 9,3      |
|                  |           | 24.06.03         | 404,0                | 363,1                     | 20,1                       | 144          | 8,8      |
|                  |           | 14.07.03         | 548,6                | 487,4                     | 17,6                       | 144          | 8,8      |
| 2005             | Darselect | 25.06.04         | 217,6                | 164,5                     | 12,7                       | 145          | 10,7     |
|                  |           | 12.07.04         | 256,0                | 210,6                     | 13,8                       | 144          | 11,3     |
|                  | Cléry     | 25.06.04         | 359,2                | 299,0                     | 14,2                       | 141          | 10,3     |
|                  |           | 12.07.04         | 282,4                | 239,2                     | 14,8                       | 142          | 10,4     |

Des lettres différentes sur la même ligne indiquent des différences significatives entre les dates de plantation en fonction de la variété et de l'année de récolte ( $p < 5\%$ ).

rences significatives de rendement entre des plantations très précoces (5 juin) et plus tardives entre la fin de juin et le 15 juillet. Les plantations qui ont eu lieu après le 15 juillet ont été les moins productives.

Pour les deux types de plants, les dates de plantation n'ont pas fortement in-

fluencé la précocité de la récolte. Cependant, les productions tendaient à être légèrement plus précoces avec les plantations les plus tardives (tabl. 4 et 5).

La date de plantation n'a pas eu d'influence sur les paramètres qualitatifs comme la teneur en sucre des fruits (tabl. 4 et 5).

## Conclusions

- ❑ Les plants mottés sont plus productifs que les plants frigo, en particulier pour les variétés Cléry ou Madeleine.
- ❑ Pour Darselect, l'effet de l'année est plus important que le choix du type de plant.
- ❑ Avec les variétés testées, les plants mottés permettent une récolte plus précoce que les plants frigo.
- ❑ Dans les conditions du Valais et les situations favorables du Plateau suisse, les plants mottés doivent être plantés avant le 10 août et les plants frigo avant le 15 juillet pour favoriser le rendement.

## Remerciements

Nous remercions D. Brunner et M. Pfeifferlé pour leur précieuse collaboration.

## Bibliographie

- Gasq S., Taussig C. & Gaucher F., 2004. Fraise: types de plants et date de plantation en culture en sol. Comptes-rendus résumés de l'activité fraise du Cîref, 2002-2003.
- Longuesserre J., Vincent J.-M. & Garcia L., 2004. Fraisier de printemps: optimisation variétale sous tunnel 5 m. Comptes-rendus résumés de l'activité fraise du Cîref, 2002-2003.
- Mariéthoz, J., Neuwiler R., Ançay A. & Carlen Ch., 2002. Guide des petits fruits. Fruit Union Suisse, Zug, 112 p.
- Pommier J.-J., Gauthier Ch. & Chauchet P., 2004. Fraisier: optimisation de variétés demi-précoces. Comptes-rendus résumés de l'activité fraise du Cîref, 2003-2004.
- Risser G. & Navatel J.-C., 1997. La fraise: maîtrise de la production. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris, 299 p.

## Zusammenfassung

### Einfluss des Setzlingstyps und des Pflanzzeitpunktes auf den Ertrag und die Frühreife von Erdbeeren unter Folientunnels

Die Wahl des Setzlingstyps und des Pflanzzeitpunktes sind wichtige Faktoren, um das agronomische Potential einer Sorte auszuschöpfen und eine erfolgreiche Kultur zu erzielen. Die von Agroscope Changins-Wädenswil ACW durchgeführten Versuche zeigten, dass für die Sorten Cléry, Darselect und Madeleine im generellen mit Topfpflanzen höhere und frühere Erträge erzielt wurden. Der Pflanzzeitpunkt beeinflusst den Ertrag und die Frühreife weniger. Werden aber Frigopflanzen nach dem 15. Juli und Topfpflanzen nach dem 10. August ausgepflanzt, so wird der Ertrag deutlich negativ beeinflusst.

## Summary

### Influence of plantlets type and planting date on yield and precocity of strawberries grown under plastic tunnels

Plantlets type of and planting date are important factors to express agronomic potential of a strawberry cultivar and to get a successful crop. The trials made by Agroscope Changins-Wädenswil ACW showed that cultivars Cléry, Darselect and Madeleine had higher and earlier yields with plug plantlets than with frigo ones. The planting date had a less influence on yield and precocity. However, planting frigo plantlets after 15th of July and plug plantlets after 10th of August considerably reduced the yield.

**Key words:** *Fragaria × ananassa*, strawberry, frigo plantlets, plug plantlets.



# Choisissez votre capacité

- Grande ouverture de remplissage
- Fonction macération intégrée
- Programmation simple
- Vidage rapide et total des marcs
- Nettoyage facilité (breveté sur XPro)



5 hl - 8 hl  
**XPro 5 - XPro 8**

15 hl  
**RPF 15**

22 hl - 30 hl - 40 hl  
**XPF 22 - XPF 30 - XPF 40**

50 hl - 62 hl - 80 hl  
**XPF 50 - XPF 62 - XPF 80**



Votre réussite est notre priorité.

Philippe Besse, responsable commercial CH-1787 MUR/VULLY  
Tél. 026 673 90 90 - Fax 026 673 90 99 - e-mail : philippe.besse@vaslin-bucher.com

Nos concessionnaires agréés :

**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



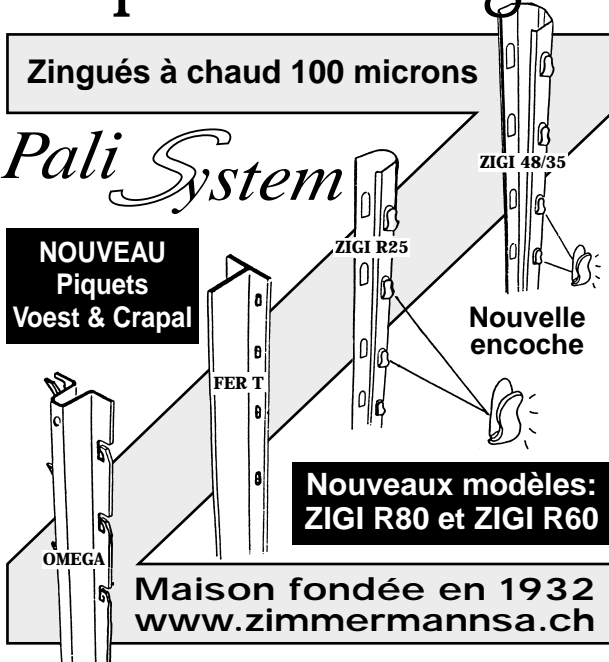
\* IN B 7/98

# Piquets de vigne

Zingués à chaud 100 microns

## Pali System

**NOUVEAU**  
Piquets  
Voest & Crupal



**Nouveaux modèles:**  
ZIGI R80 et ZIGI R60

Maison fondée en 1932  
[www.zimmermannsa.ch](http://www.zimmermannsa.ch)

**F. ZIMMERMANN SA**  
1268 BEGNINS  
Fax 022 366 32 53

Fabrique d'articles  
pour la viticulture  
Tél. 022 366 13 17



## L'assurance globale des cultures agricoles

Une protection  
complète des cultures  
et des champs contre  
la grêle  
et d'autres forces  
de la nature

[www.grele.ch](http://www.grele.ch)  
[info@grele.ch](mailto:info@grele.ch)

Case postale, 8023 Zurich  
Tél.: 044 257 22 11  
Fax: 044 257 22 12



**Schweizer Hagel**  
Suisse Grêle  
Assicurazione Grandine





## Succès de la lutte par confusion sexuelle contre la sésie du groseillier

Ch. CARLEN, Catherine BAROFFIO, Ch. MITTAZ et Ch. AUDERSET, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

@ E-mail: [catherine.baroffio@acw.admin.ch](mailto:catherine.baroffio@acw.admin.ch)  
Tél. (+41) 27 34 53 518.

### Résumé

La sésie du groseillier (*Synanthedon tipuliformis* Clerck) est un lépidoptère de la famille des *Sesiidae* qui ravage les cultures de groseilliers et cassissiers principalement. Deux essais de lutte par confusion sexuelle contre ce ravageur ont été réalisés entre 2002 et 2005 dans les cantons de Thurgovie et de Genève sur des parcelles de groseilliers à grappes d'environ un hectare. L'installation de la confusion sexuelle a fortement réduit les captures de sésies adultes dans les pièges sexuels. Les essais, qui ont utilisé 600 diffuseurs «Isonet-Z» par hectare, ont montré une bonne efficacité de la confusion sexuelle pour lutter contre ce ravageur.



Fig. 1. Sésie du groseillier adulte. ▷  
(Photo: S. Farrell, <http://ukmoths.org.uk/>).

## Introduction

La culture du groseillier en Suisse représente une surface de 61 hectares (ha) en 2005. Les récoltes sont consacrées essentiellement au marché frais. Les principaux problèmes rencontrés dans cette culture sont l'oïdium (*Sphaerotheca mors-uvae*), les pucerons et la sésie du groseillier (*Synanthedon tipuliformis* Clerck; fig. 1). Ce lépidoptère appartient à la famille des *Sesiidae*. La sésie du groseillier attaque principalement les plantes du genre *Ribes* (groseillier et cassissier), mais peut aussi faire des dégâts sur les noisetiers, framboisiers, fraisiers, fusains, sureaux et genévriers. Des dégâts importants ont été observés dans les cultures de groseilliers en Thurgovie et à Genève, avec parfois 90% des branches principales attaquées. La lutte chimique est interdite en Suisse car la période de vol de la sésie coïncide avec la récolte. La

lutte par confusion sexuelle a été testée avec des résultats intéressants en Italie (Grassi *et al.*, 2002) et en Nouvelle-Zélande (Suckling *et al.*, 2005). Cet article résume les essais réalisés en Thurgovie de 2001 à 2005 et à Genève de 2003 à 2005 afin de tester l'efficacité de cette méthode contre la sésie du groseillier.

## Matériel et méthodes

### Les diffuseurs

Les diffuseurs d'attractifs (phéromones), qui désorientent les mâles de la sésie dans la recherche des femelles, ont été élaborés par la firme japonaise Shin-Etsu et commercialisés en Suisse sous le nom «Isonet-Z» par la firme Andermatt Biocontrol. Ces phéromones attractives ont été découvertes en 1984 par Voerman aux Pays-Bas et identifiées par Szöcs *et al.* (1985) dans des extraits d'ovipositeurs. Les diffuseurs «Isonet-Z» sont

chargés de deux composantes phéromonales. Il s'agit de 52 mg par diffuseur de E2,Z13-18Ac (octadeca-2, 13-dien-1yl acétate) et de 2 mg par diffuseur de E3,Z13-18Ac (octadeca-3, 13-dien-1yl acétate). La quantité de ces deux phéromones correspond à 78% de la charge totale des molécules présentes dans un diffuseur. En admettant que la vitesse de diffusion des deux phéromones et des autres molécules est similaire, l'émission d'attractifs des diffuseurs peut être estimée par la pesée hebdomadaire de trois diffuseurs exposés dans une culture de groseillier à grappes à Conthey (VS). Les pesées ont eu lieu en 2001, 2004 et 2005.

### Mise en place de l'essai et suivi du ravageur

Les suivis de la sésie du groseillier ont été réalisés en Thurgovie de 2001 à 2005 et à Genève de 2003 à 2005. Dans les deux cantons, une parcelle était équipée de diffuseurs pour la lutte par confusion tandis qu'une autre servait de témoin.



Fig. 2. Culture de groseilliers à grappes avec couverture en Thurgovie.



◁ Fig. 3. Piège sexuel équipé avec une capsule de phéromones pour suivre le vol de la sésie du groseillier.



▽ Fig. 4. Sésie du groseillier: dégâts de la chenille âgée d'environ cinq mois dans une branche de trois ans.

avoisnantes (mode de conduite des groseilliers: palmette avec 3-4 branches par plante). Les branches ont été disséquées pour compter le nombre de chenilles par branche principale (fig. 4). Chaque année, les mêmes lignes sont considérées par parcelle.

## Résultats

### Cycle de la sésie du groseillier

L'adulte a une envergure de 18-20 mm. Son abdomen est noir violacé avec plusieurs larges bandes transversales jaunes (fig. 1). Ses ailes sont hyalines avec des nervures noir violacé. Il est très important de déterminer la sésie avec exactitude, car d'autres *Sesiidae* peuvent sévir dans les cultures avoisnantes, comme *Synanthedon spuleri* dans le sureau ou *Pennisetia hylaeiformis* dans les framboises, et les méthodes de lutte ne sont pas semblables.

Le cycle de la sésie du groseillier a été décrit par Baggolini et Duperrex (1963) et Gottwald et Künzel (1994).

Les parcelles thurgoviennes, situées sur la commune de Steinebrunn, sont composées de 1 ha de groseilliers à grappes avec couverture (parcelle avec confusion sexuelle; fig. 2) et de 0,3 ha de cassissiers sans couverture (parcelle témoin). Les parcelles genevoises, situées sur la commune de Meyrin, sont composées de groseilliers à grappes sans couverture (1,2 ha pour la lutte par confusion et 0,2 ha pour le témoin). La distance entre les parcelles témoin et avec confusion sexuelle est supérieure à 300 m en Thurgovie et d'environ 200 m à Genève. 600 diffuseurs par ha ont été suspendus dans le tiers supérieur des arbustes vers la mi-mai dans les parcelles expérimentales.

En Thurgovie, des pièges sexuels ont été placés dans la parcelle avec confusion sexuelle et la parcelle témoin afin de suivre le vol de la sésie du groseillier (fig. 3). Des pièges alimentaires ont également été installés, constitués de 85% de jus de pommes, 10% de sirop de cassis et 5% de vinaigre. Ces deux types de pièges ont été contrôlés toutes les semaines durant le vol du ravageur.

Dans les parcelles de Thurgovie et de Genève, l'efficacité de la confusion sexuelle a été déterminée en prélevant, en hiver, 25 branches par parcelle dans les lignes

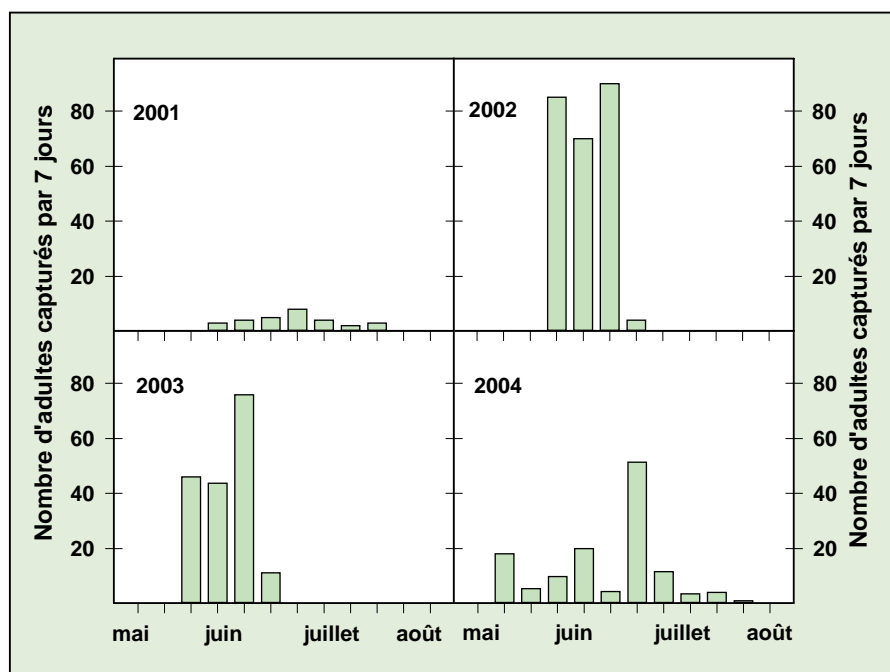


Fig. 5. Captures de la sésie du groseillier (adulte) par piégeage sexuel dans une culture de cassissiers sans confusion sexuelle en Thurgovie de 2001 à 2004.

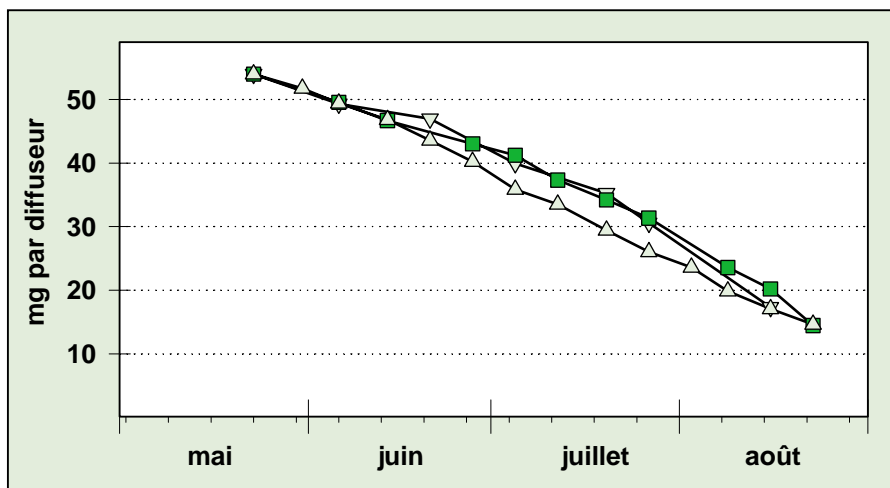


Fig. 6. Quantité de phéromones (mg) restant dans les diffuseurs «Isonet-Z» exposés dans une culture de groseilliers à grappes à Conthey (VS), déterminée par pesée hebdomadaire (▽ 2001, □ 2004, △ 2005).

La sésie du groseillier hiverne à l'état de chenille immature à l'intérieur des branches. Après la diapause, la chenille reprend son activité entre le mois de mars et la fin d'avril. A cette époque, la chenille blanchâtre peut mesurer jusqu'à 25 mm (fig. 4). Après la nymphose puis l'émergence, le papillon vole en Suisse entre la mi-mai et la mi-août, avec une intensité maximale entre la mi-juin et le début de juillet, qui correspond au début des récoltes des groseilles (fig. 5). Après l'accouplement, la femelle pond en moyenne 50 œufs et les dépose isolément ou par groupes de deux à trois dans de petites crevasses ou dans des fentes provoquées par la taille. La larve, une fois éclos, pénètre dans le bois par une blessure des rameaux, une cicatrice de taille, à la base du pétiole de la feuille ou à la base du bourgeon. La chenille pénètre de plus en plus profondément dans les tissus et creuse une galerie dans le canal médullaire. Elle y poursuit son développement pendant l'été et l'automne. Les dégâts se manifestent au printemps par un dessèchement et un dépérissement des branches attaquées.

La figure 5 montre la variabilité du vol de la sésie en fonction des années. Grassi *et al.* (2002) confirment que le nombre d'adultes capturés dans le Trentin varie fortement d'une année à l'autre. La sésie a normalement un cycle d'une année,

mais il semble qu'elle peut avoir dans nos régions différentes longueurs de cycle en fonction du climat et des conditions de température: cycle d'une année dans les années chaudes et de deux ans pour les années plus froides.

### Pesée des diffuseurs

La pesée hebdomadaire des diffuseurs exposés dans une culture de groseilliers montre que l'émission des attractifs

est très régulière durant la saison pour les trois années d'observation (fig. 6). L'émission moyenne des phéromones s'est située à 0,43 mg par diffuseur et par jour de la mi-mai à la fin d'août, correspondant à 10,8 mg par ha et par heure. Vers fin août, lorsque le vol de la sésie est terminé, il reste environ 25% de la charge initiale de phéromones.

### Piégeage sexuel et alimentaire

De nombreuses captures ont été enregistrées par piégeage sexuel dans la parcelle témoin (tabl. 1), variant de 125 à 249 en fonction de l'année. Par contre, avec l'installation de la confusion sexuelle en 2002 sur la parcelle de groseilliers à grappes, quasiment plus aucune sésie n'a été capturée dans les pièges sexuels. Cela indique que les phéromones sont bien réparties dans la parcelle et que les mâles n'ont plus retrouvé ces pièges.

Les pièges alimentaires, en revanche, montrent l'évolution des populations de la sésie dans des parcelles avec et sans confusion sexuelle (tabl. 2). Sans confusion, le nombre d'adultes capturés a eu tendance à augmenter, tandis qu'avec la confusion, la population a nettement régressé. Ces résultats coïn-

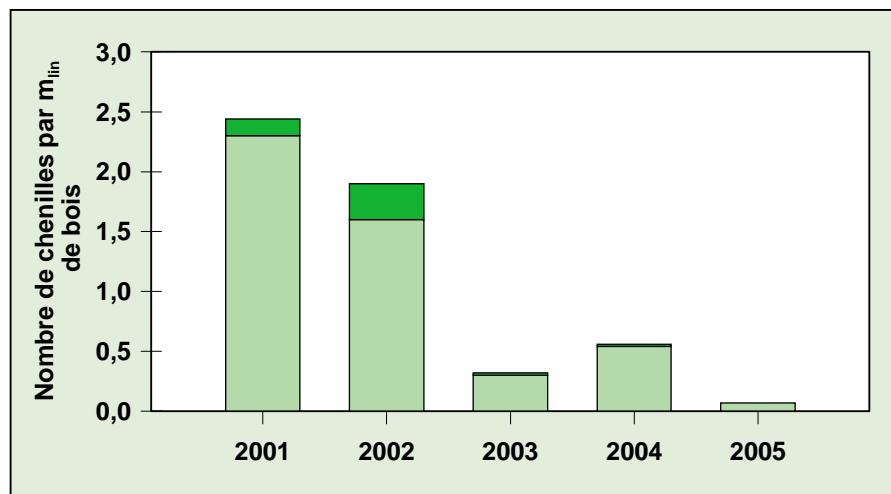


Fig. 7. Evolution du nombre de chenilles de la sésie du groseillier par mètre linéaire de bois (■ bois de ± trois ans, ■ bois de deux ans, ■ bois de l'année) sur une parcelle de groseilliers à grappes avec confusion sexuelle installée dès 2002 en Thurgovie.

Tableau 1. Mâles de la sésie du groseillier capturés par piégeage sexuel dans des parcelles de groseilliers avec confusion sexuelle et de cassissiers sans confusion (témoin) en Thurgovie.

|                         | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Avec confusion sexuelle | 0    | 4    | 1    | 3    |
| Sans confusion sexuelle | 249  | 177  | 125  | –    |

Tableau 2. Adultes de la sésie du groseillier capturés par piégeage alimentaire dans des parcelles de groseilliers avec confusion sexuelle et de cassissiers sans confusion (témoin) en Thurgovie.

|                         | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------------------------|------|------|------|------|
| Avec confusion sexuelle | 44   | 17   | 8    | 7    |
| Sans confusion sexuelle | 64   | 90   | 146  | –    |



**Tableau 3. Chenilles de la sésie du groseillier par branche principale dans des parcelles de groseilliers avec confusion sexuelle et de cassissiers sans confusion (témoin) en Thurgovie.**

|                         | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|
| Avec confusion sexuelle | 4,5* | 2,3  | 0,5  | 0,9  | 0,2  |
| Sans confusion sexuelle | 1,8  | 2,4  | 4,7  | 3,9  | –    |

\*Avant l'installation de la confusion sexuelle.

cident assez bien avec l'évolution de la présence des chenilles dans les branches (tabl. 3; fig. 7).

## Efficacité de la confusion sexuelle

Le seuil de tolérance pour la sésie du groseillier se situe entre 10 et 15% des branches attaquées (Gottwald & Künzel, 1994), ce qui correspond à environ 0,1 à 0,15 chenille par branche. Les analyses faites en 2001 en Thurgovie et en 2003 à Genève montrent que ce seuil a été largement dépassé (tabl. 3 et 4). En Thurgovie, 4,5 chenilles par branche ont été comptées. Avec l'installation de la confusion sexuelle, les attaques des chenilles ont diminué de 95% entre 2001 et 2005. Par contre, sur la parcelle témoin, sans confusion sexuelle, le nombre de chenilles par branche a doublé entre 2001 et 2004. Cela indique que la diminution de la population de sésies peut être attribuée à la confusion sexuelle. Pour comparer plus en détails les résultats, le nombre de chenilles attaquant le bois a été calculé par mètre linéaire de bois en faisant la différenciation entre les bois de différentes années (fig. 7). Le nombre de chenilles par mètre de branchage se réduit de 97% entre 2001 et 2005 dans la parcelle sous abri de groseilliers en Thurgovie. Les chenilles sont situées majoritairement dans les bois de trois ans. 94% de ces bois étaient atteints en 2001, 84% en 2002 et 100% dans les années suivantes. Pour Grassi *et al.* (2002), la confusion était moins efficace, correspondant à une réduction de 0,9 à 0,39 chenille par mètre linéaire de bois sur une parcelle de 0,2 ha sans couverture avec 600 diffuseurs/ha. Cette différence d'efficacité peut être due à la taille des parcelles ou à l'effet de la couverture.

Les résultats indiqués dans le tableau 4 montrent les quantités de chenilles trouvées par branche à Genève. Les dégâts des chenilles ont diminué de 57% entre 2003 et 2005. Par contre, dans la parcelle témoin genevoise, sans confusion sexuelle, les attaques des chenilles restent constantes, avec environ 0,5 individu par branche.

Ces deux essais montrent la bonne efficacité de la lutte par confusion sexuelle avec 600 diffuseurs par ha. Suckling *et al.* (2005) ont signalé en Nouvelle-Zélande une baisse d'efficacité de la lutte par phéromones dans les cultures de cassis. Ils ont prouvé que le mélange de phéromones est toujours aussi efficace mais que les producteurs, en abaissant trop la quantité de diffuseurs à l'hectare, ont permis aux populations de sésies de remonter à un niveau difficilement contrôlable. Il

**Tableau 4. Chenilles de la sésie du groseillier par branche principale dans des parcelles de groseilliers avec confusion sexuelle et sans confusion (témoin) à Genève.**

|                         | 2003  | 2004 | 2005 |
|-------------------------|-------|------|------|
| Avec confusion sexuelle | 0,40* | 0,18 | 0,17 |
| Sans confusion sexuelle | 0,48  | 0,53 | 0,47 |

\*Avant l'installation de la confusion sexuelle.

est important de suivre les prescriptions émises dans l'autorisation officielle d'homologation: 600 diffuseurs par hectare pour les surfaces inférieures à un hectare. Pour les surfaces supérieures à 3 ha, 300 diffuseurs/ha suffisent.

## Conclusions

- ❑ Les résultats d'essai sur des parcelles d'environ 1 ha en Thurgovie et à Genève permettent d'affirmer que la lutte contre la sésie du groseillier par confusion sexuelle est efficace.
- ❑ D'excellents résultats sont réalisés dans les cultures de groseilliers sous couverture.
- ❑ Avec la confusion sexuelle, les pièges sexuels n'ont capturé pratiquement aucun adulte durant toute la saison.
- ❑ Les phéromones spécifiques de la sésie ont été homologuées au printemps 2006 en Suisse et commercialisées sous le nom d'«Isonet-Z».

## Remerciements

Nous tenons à adresser nos vifs remerciements à Pierre-Joseph Charmillot d'Agroscope Changins-Wädenswil ACW pour ses conseils et la relecture du manuscrit, ainsi qu'à Samuel Stüssi et Daniel Zingg de la firme Andermatt Biocontrol AG pour la mise à disposition des diffuseurs.

## Bibliographie

- Baggiolini M. & Duperrex H., 1963. Observations sur la biologie et la nuisibilité de la sésie du groseillier et du cassis *Synanthedon tipuliformis* Clerck. *La recherche agronomique en Suisse* 2, 13-32.
- Gottwald R. & Künzel K., 1994. Neue Erkenntnisse zur Populationsökologie des Johannisbeerglasflüglers (*Synanthedon tipuliformis* Clerck). *Gesunde Pflanzen* 46 (4), 131-136.
- Grassi A., Zini M. & Forno F., 2002. Mating disruption field trials to control the currant clearwing moth, *Synanthedon tipuliformis* Clerck: a three-year study. *Bull. OILB-SROP* 25, 69-76.
- Suckling D. M., Gibb A. R., Burnip G.M., Snelling C., De Ruiter J., Langford G. & El-Sayed A. M., 2005. Optimization of pheromone lure and trap characteristics for currant clearwing, *Synanthedon tipuliformis*. *J. of Chem. Ecol.* 31 (2), 393-406.
- Szöcs G., Schwarz M., Sziraki G., Toth M., Klun J. A. & Leonhardt B.A., 1985. Sex pheromone of the female currant borer, *Synanthedon tipuliformis*: identification and field evaluation. *Entomol. Exp. Appl.* 39, 131-133.

## Summary

### Success with the mating disruption to control the currant clearwing moth

The currant clearwing moth (*Synanthedon tipuliformis* Clerck), a Lepidoptera species of the family of the *Sesiidae*, is a serious pest of both red and black currant. Mating disruption to control *S. tipuliformis* was tested on red currant from 2002 to 2005 in the cantons of Thurgau and Geneva. In the treated plots, catches of adult male moths in the pheromone traps were strongly reduced. The results of these two trials showed a good efficacy of the mating disruption with 600 «Isonet-Z» dispensers per hectare to control this pest.

**Key words:** currant clearwing, mating disruption, pheromone, red currant, *Synanthedon tipuliformis*.

## Zusammenfassung

### Erfolg der Verwirrungstechnik bei der Bekämpfung des Glasflüglers

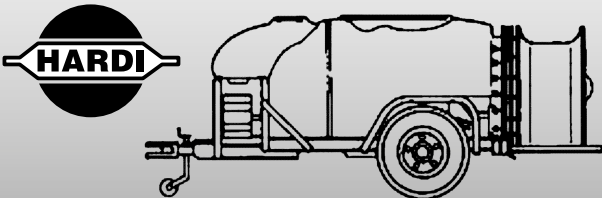
Der Johannisbeerglasflügler (*Synanthedon tipuliformis* Clerck), eine Lepidopterenart der Familie der *Sesiidae*, kann bedeutende Schäden an Roten und Schwarzen Johannisbeerkulturen verursachen. Zwei Versuche mit der Verwirrungstechnik gegen den Glasflügler wurden zwischen 2002 und 2005 in den Kantonen Thurgau und Genf auf roten Johannisbeeren durchgeführt. Auf den Parzellen mit der Verwirrungstechnik wurden praktisch keine Männchen mehr in den Pheromonfallen gefangen. Die Befallsresultate in diesen Versuchen mit 600 «Isonet-Z» Dispensern pro Hektare haben eine gute Wirkung der sexuellen Verwirrungstechnik gezeigt, um diesen Schädling zu bekämpfen.

## Riassunto

### Successo della lotta per confusione sessuale contro la sesia del ribes

La sesia del ribes (*Synanthedon tipuliformis* Clerck) è un lepidottero della famiglia dei *Sesiidae* che infesta principalmente le colture di ribes rosso e bianco e di ribes nero. Due prove di lotta per confusione sessuale contro questa sesia sono state realizzate nel 2002 e nel 2005 nei cantoni di Turgovia e Ginevra su colture di ribes a grappoli. L'applicazione della confusione sessuale ha indotto una diminuzione quasi totale delle catture di adulti di sesia nelle trappole sessuali. Queste prove, con 600 diffusori «Isonet-Z» per ettaro, hanno mostrato una buona efficacia della confusione sessuale per lottare contro questo parassita.

# Alphatec SA



## ATOMISEURS

Granges-Saint-Martin 3 - 1350 Orbe  
Tél. 024 442 85 40

Bouchons

Capsules de surbouchage

Capsules à vis · Bouchons couronne

Bondes silicone · Barriques · Fûts de chêne

Supports porte-barriques · Tire-bouchons *Pulltap'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

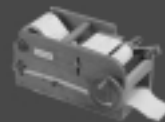
e-mail: [ribas@bouchons.ch](mailto:ribas@bouchons.ch)

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

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



## Juillet, groupement cartons Contactez-nous !

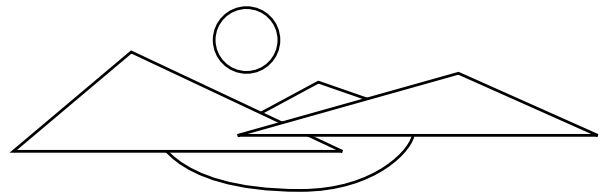


Nombreuse cuves en stock.  
Grandes bouteilles au détail.  
Chambre à air, blanche et éco.

### Étiqueteuse manuelle "La Nantaise"

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

## CLIMAT GESTION SA



### Etudes et réalisations complètes d'installations

Froid industriel et commercial  
Climatisation - Pompes à chaleur  
Automatisation - Télégestion

### Climatisation de caves et de bouteillers

### Séchoirs pour plantes aromatiques et médicinales

### Conception et fabrication d'enrichisseurs de moût

Route des Prêles 1965 Savièse  
Tél. 027 395 12 08 Fax 027 395 21 08  
admin@climatgestion.ch <http://www.climatgestion.ch>



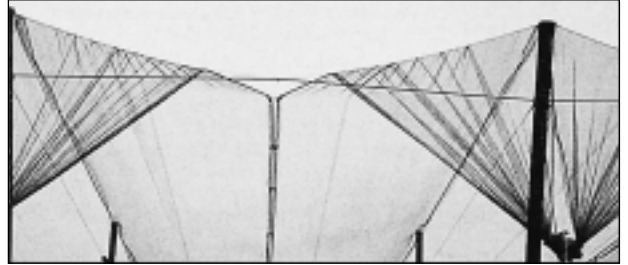
**VOTRE SPÉCIALISTE POUR:**

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



**Nouveau dépositaire MESSER**  
 Messer Schweiz AG  
**Gaz alimentaires GOURMET**  
**CHS CUÉNOUD SA**  
 www.cuenoud.ch  
 TÉL. 021 799 11 07 – FAX 021 799 11 32

**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**

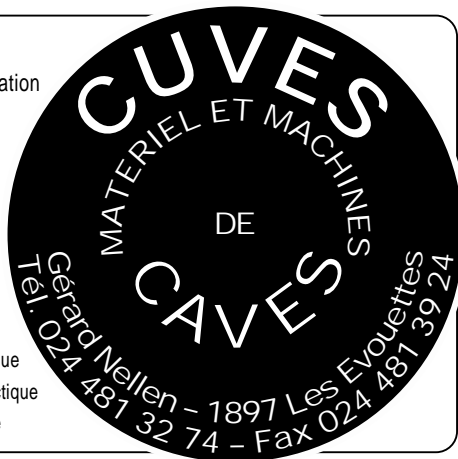
**U. Meyer + F. Zwimpfer – Brühlhof, 6208 Oberkirch**  
 Téléphone 041 921 16 81 – Fax 041 920 44 73  
 www.hagelnetz.ch

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



**Voilà...**

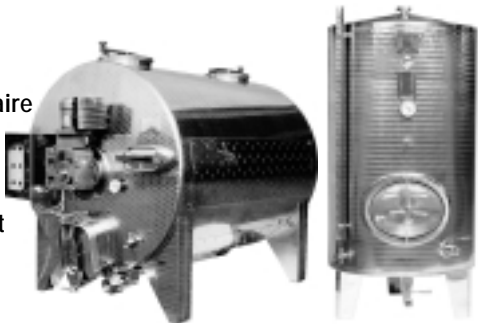
Vous avez lu ce petit mot, c'est bien la preuve que la publicité est remarquée dans notre revue, même sur un petit format!

Renseignements: **PRAGMATIC SA**

Avenue Saint-Paul 9 – CH-1223 COLOGNY  
 Tél. 022 736 68 06 – Fax 022 786 04 23

**INOX**

- Cuve de stockage rectangulaire et circulaire
- Cuve superposée
- Cuve à fermentation
- Cuve à chapeau flottant
- Construction spéciale



www.mechtop.ch

**BOIS**

- Barriques 225 l
- Barriques 450 l
- Fûts en chêne

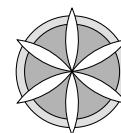


mech-top GmbH  
 Aarauerstrasse 4  
 4600 Olten  
 Tél. 062 296 32 32



Contact pour la Suisse romande  
**Philippe Fournier**  
 1921 Martigny-Croix  
 Mobile 079 607 81 76  
 Téléfax 027 723 14 41





## Stade phénologique et qualité des hampes florales du genépi blanc

X. SIMONNET<sup>1</sup> et M. GAUDIN, Médiplant, Centre des Fougères, 1964 Conthey  
P. JACQUEMETTAZ et U. PIANTINI, Haute école valaisanne, route du Rawyl 47, 1950 Sion  
Ch. REY, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre des Fougères, 1964 Conthey

@ E-mail: xavier.simonnet@acw.admin.ch  
Tél. (+41) 27 34 53 517.

### Résumé

L'incidence du stade phénologique sur la qualité des hampes florales du genépi blanc (*Artemisia umbelliformis* Lam.) a été étudiée et définie avec précision de 2001 à 2003. La concentration maximale en huile essentielle et en costunolide (principe amer) a lieu durant une brève période, au début de la floraison. Passé ce stade, les teneurs en huile essentielle et en costunolide chutent de près de 50%. En revanche, la composition chimique de l'huile essentielle reste stable durant toute la floraison du genépi blanc. Les feuilles de la rosette révèlent une composition chimique similaire à celle des hampes florales et pourraient être valorisées en fin de culture. Le stade optimal de récolte est discuté.



Fig. 1. Hampes florales d'*Artemisia umbelliformis* Lam.

### Introduction

Plante alpine par excellence, le genépi est présent dans tout l'Arc alpin (Aeschmann *et al.*, 2004). Cette plante vivace peu fréquente croît principalement sur les terrains morainiques entre 2000 et 3200 m d'altitude. Les hampes florales du genépi, longues de 10 à 20 cm, sont très recherchées, essentiellement pour la fabrication de boissons alcoolisées. En usage traditionnel, le genépi est connu pour ses propriétés digestives et contre les refroidissements (Bruschweiler, 1999). La cueillette est interdite en Suisse (Anonyme, 2002) et en Italie, et soumise à une réglementation restrictive en France (Anonyme, 2003a). Ces restrictions ont motivé plusieurs tentatives de mise en culture (Ferrari *et al.*, 1984; Gautheret *et al.*, 1984; Gilly, 1984). Le nom de genépi englobe en réalité cinq espèces, dont seule l'espèce *A. umbelliformis* s'est finalement révélée apte à une mise en culture (Rey *et al.*, 1997). Les travaux de domestication et de sélection conduits depuis le début des années 1990 en Suisse

par Agroscope Changins-Wädenswil (ACW) ont permis de définir les conditions culturales propices à *A. umbelliformis* et de créer plusieurs variétés (Rey *et al.*, 1997; Lê, 1998). La culture du genépi n'en reste pas moins délicate et limitée à des sites d'altitude (> 1000 m), des sols neutres à calcaires bien drainés et si possible après une prairie (Rey, 1999). La culture reste en place trois ans et la récolte annuelle des hampes florales se fait dès la 2<sup>e</sup> année. Les hampes florales du genépi (fig. 1) contiennent des principes amers appartenant à la classe des lactones sesquiterpéniques, des flavonoïdes et une huile essentielle complexe formée surtout de terpènes (Bicchi *et al.*, 1982; Appendino *et al.*, 1982; Bayle *et al.*, 1983 cités par Gilly, 1984; Gautheret *et al.*, 1984; Anonyme, 2003b). La qualité phytochimique du matériel récolté est appréciée par l'analyse des substances volatiles (huile essentielle) et la détermination des principes amers, soit essentiellement la costunolide qui représente environ 80% des lactones sesquiterpéniques (Anonyme, 2003b).

La culture de la variété de genépi RAC12 (obtention ACW) sur une dizaine de sites en France, Italie et Suisse a révélé d'importantes fluctuations de la qualité des récoltes. Ainsi, les teneurs en huile essentielle oscillaient entre 0,2 et 1,3% et les teneurs en costunolide étaient comprises entre 0,2 et 2,4% (Anonyme, 2003b). Ces variations peuvent être dues aux conditions météorologiques, au sol, au séchage mais également au stade phénologique à la récolte. Ce facteur est bien connu

<sup>1</sup>Avec la collaboration technique de H. Hausammann et Ch. Vergères.

**Tableau 1. Définition des stades phénologiques retenus et dates de récolte pour 2002 et 2003.**

| Stades de récolte |   | Dates de récolte 2002 | Dates de récolte 2003 |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| Stade 1 (St1)     | Boutons juste avant floraison (premiers capitules épanouis) | 6 juin                | 5 juin                |
| Stade 2 (St2)     | Début floraison (environ 50% des capitules épanouis)        | 13 juin               | 11 juin               |
| Stade 3 (St3)     | Pleine floraison (premiers capitules fanés)                 | 20 juin               | 20 juin               |
| Stade 4 (St4)     | Fin floraison (environ 50% des capitules fanés)             | 26 juin               | 25 juin               |
| Stade 5 (St5)     | Floraison passée (tous les capitules sont fanés)            | 8 juillet             | 7 juillet             |

pour influencer fortement la qualité phytochimique de nombreuses plantes aromatiques et médicinales. L'absence de référence pour le genépi a motivé la mise en place de cette étude sur l'incidence du stade phénologique sur la qualité des hampes florales de *Artemisia umbelliformis*.

## Matériel et méthodes

### Site de culture

Deux essais ont été conduits de 2001 à 2003 avec la variété RAC12 (*A. umbelliformis*). Les essais ont eu lieu en altitude (1300 m) sur deux parcelles de la commune de Liddes en Valais, propriétés de A. Perrion. Le sol léger (57% de sable et 35% de limon), neutre (pH 7,0) et riche en matière organique (3,9%) était très bien pourvu en éléments nutritifs. Les précédents culturaux n'étaient pas une rompie de prairie mais des cultures de fraises et de poireaux. Les parcelles ont été irriguées à la plantation pour assurer une bonne reprise.

### Essai 2001-2002

Les plantons, issus d'un semis pneumatique sur mottes de terreau compressé de 3 x 3 cm (3-5 graines/motte), ont été mis en terre le 13 juin 2001. La plantation s'est effectuée en plates-bandes de cinq lignes, 0,25 x 0,25 x 0,70 m, soit une densité de 11,76 plantes/m<sup>2</sup>. Un dispositif expérimental à trois répétitions avec parcelles élémentaires de 45 plantes a été retenu. Les récoltes ont eu lieu de début juin à début juillet 2002 selon les stades de récolte définis au tableau 1, puis ont été séchées à 30-35 °C. Les analyses ont été réalisées sur les hampes florales entières.

### Essai 2002-2003

Une nouvelle parcelle, voisine du premier essai, a été mise en place en juin 2002 et semée selon la même technique que lors de l'essai précédent. Les plates-bandes étaient composées de quatre lignes, 0,30 x 0,30 x 0,75 m, soit une densité de 8,08 plantes/m<sup>2</sup>.

Le dispositif à trois répétitions ne comprenait que 24 plantes par parcelle élémentaire. Les récoltes ont été réalisées de début juin à début juillet 2003, selon les stades de récolte définis au tableau 1, et séchées à 30-35 °C. Les analyses ont été effectuées d'une part sur les hampes florales entières et d'autre part sur les parties ligneuses (tiges) et non ligneuses (fleurs et feuilles) des hampes florales. A la dernière date de récolte, les feuilles de la rosette ont également été récoltées et analysées séparément.

### Mesure de la matière sèche

Des mesures de matière sèche (étuve à 105 °C) ont été systématiquement réalisées pour tous les calculs des rendements et les analyses en laboratoire.

### Analyse des substances volatiles

La détermination de la teneur en huile essentielle est effectuée par entraînement à la vapeur d'eau dans un hydrodistillateur standard avec utilisation du o-xylène, selon la *Pharmacopée européenne* (3<sup>e</sup> éd.). 20 g de matériel végétal sec ont été hydrodistillés pendant 60 minutes. La teneur en huile essentielle a été déterminée par l'appréciation

de l'augmentation du volume de o-xylène. L'analyse qualitative des huiles essentielles a été effectuée par GC-MS par le laboratoire de la Haute école valaisanne selon une méthode interne (Anonyme, 2003b). Quinze composés majeurs représentant plus de 75% des composés présents dans les huiles essentielles ont été retenus. Leur concentration relative est donnée en % GC.

### Détermination des principes amers

L'obtention des sesquiterpènes est effectuée par extraction automatique à haute pression (ASE) à l'aide d'un mélange éthanol : eau (94% : 6%). La quantification successive de la costunolide a été réalisée par HPLC-UV à 210 nm en tenant compte d'un facteur de récupération de 80% (Anonyme, 2003b).

## Résultats

### Localisation de l'huile essentielle et de la costunolide

Cette observation a été conduite avec des plantes récoltées en 2003 après floraison (stade 5; fig. 2 et tabl. 2). Les

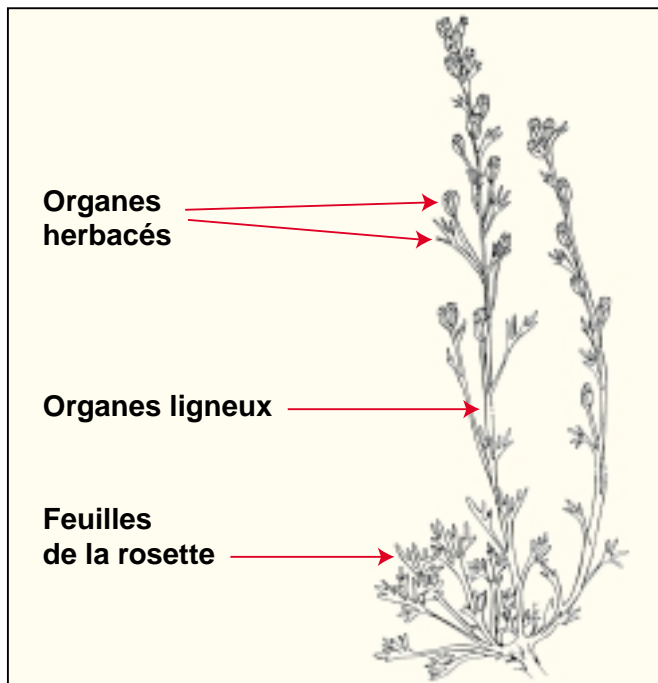
**Tableau 2. Répartition du rendement et localisation des métabolites secondaires selon l'organe récolté (stade 5 – récolte 2003).**

| Organes                              | Répartition du rendement (calculée sur la MS) | Teneur en huile essentielle (ml/100 g MS) | Teneur en costunolide (g/100 g MS) |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|
| Organes ligneux de la hampe florale  | 16%   | traces                                    | 0,13 b                             |
| Organes herbacés de la hampe florale | 42%   | 0,56                                      | 0,87 a                             |
| Feuilles de la rosette               | 42%   | 0,44                                      | 0,95 a                             |
| Probabilité                          | –   | 11,35%                                    | 1,24%                              |
| Signification                        | –   | NS  | S*                                 |
| Coefficient de variation             | –   | 14,5%                                     | 37,5%                              |

MS: matière sèche; NS: p > 5%; S\*: 1% < p < 5%. Les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test Newman-Keuls).

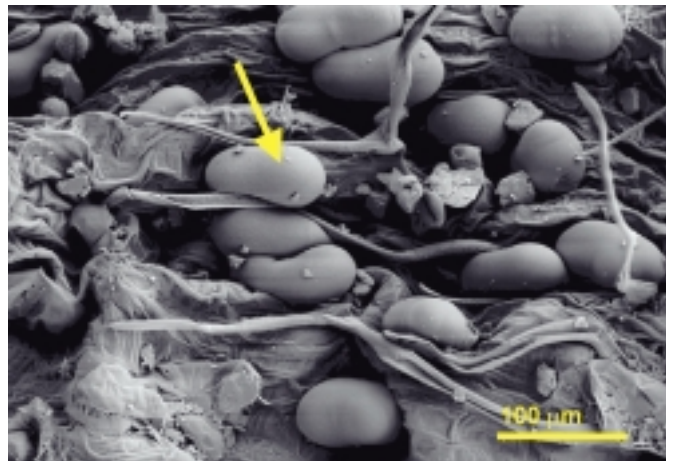
**Tableau 3. Composition chimique de l'huile essentielle des hampes florales et des feuilles de la rosette de *A. umbelliformis* (stade 5 – récolte 2003).**

|                        | $\alpha$ -pinène (%) | camphène (%) | $\beta$ -pinène (%) | $\alpha$ -myrcène (%) | p-cymène (%) | 1.8-cinéol (%) | terpinène (%) | $\alpha$ -thuyone (%) | $\beta$ -thuyone (%) | camphre (%) | bornéol (%) |
|------------------------|----------------------|--------------|---------------------|-----------------------|--------------|----------------|---------------|-----------------------|----------------------|-------------|-------------|
| Hampes florales        | 1,4                  | 1,4          | 8,9                 | 8,8                   | 0,8          | 11,6           | 1,7           | 1,6                   | 1,7                  | 2,4         | 16,8        |
| Feuilles de la rosette | 1,9                  | 2,3          | 10,0                | 6,9                   | 0,7          | 8,9            | 1,4           | 1,7                   | 1,8                  | 2,9         | 19,7        |



◁ Fig. 2. Plante d'*A. umbelliformis* (dessin S. Rey).

▽ Fig. 3. Trichomes glandulaires (flèche) sur une pièce florale d'*Artemisia umbelliformis* (photo microscope électronique D. Zufferey).



hampes florales représentent environ 58% de la biomasse aérienne de la plante. A ce stade phénologique, les parties ligneuses constituent près de 27% de la masse sèche de la hampe florale. L'huile essentielle est exclusivement localisée dans les parties non ligneuses, plus précisément dans des trichomes glandulaires (fig. 3), avec une composition chimique similaire pour la rosette feuillée et la hampe florale (tabl. 3). A ce stade de récolte, la costunolide est près de sept fois moins concentrée dans les parties ligneuses (0,13%) que dans les feuilles et fleurs de la hampe florale. Les feuilles de la rosette révèlent une concentration intéressante en costunolide de 0,95% (tabl. 2).

### Dynamique de l'huile essentielle dans les hampes florales et composition chimique

Une incidence très prononcée du stade phénologique sur la concentration en huile essentielle des hampes florales a été mise en évidence (tabl. 4). Le pic de teneur élevé, observé en début de floraison, chute brutalement (30% en 2002 et 60% en 2003) sept à neuf jours

| $\alpha$ -terpinénol (%) | $\alpha$ -terpinol (%) | acétate de bornyl (%) | caryophyllène (%) |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|
| 6,1                      | 1,4                    | 1,5                   | 3,5               |
| 5,3                      | 1,0                    | 6,7                   | 3,8               |

plus tard. La chute plus importante en 2003 pourrait être expliquée par des températures beaucoup plus élevées que la normale, avec pour conséquence une maturation plus rapide des plantes. En début de floraison, les teneurs en huile essentielle de cette variété RAC12 dépassent 1,5%.

La composition chimique de cette variété, caractérisée par des teneurs élevées en  $\beta$ -pinène (9-20%),  $\alpha$ -myrcène (9-21%), cinéol-1,8 (11-16%) et bornéol (3-17%), n'a pas varié significativement en fonction des stades de récolte (tabl. 5). La valeur moyenne des composés a peu varié entre les années 2002 et 2003, à l'exception du bornéol (7,3% en 2002 contre 15,6% en 2003). Les  $\beta$ - et  $\alpha$ -thuyone sont constamment restées inférieures à 2%.

### Dynamique de la costunolide dans les hampes florales

La dynamique de la teneur en costunolide ressemble beaucoup à celle de l'huile essentielle, avec une concentration maximale en début de floraison puis une chute assez rapide autour de la pleine floraison (tabl. 4). Comme pour l'huile essentielle, la chute plus rapide de la teneur en costunolide en 2003 pourrait provenir de températures exceptionnellement élevées. Au maximum de leur concentration, les teneurs en costunolide apparaissent très élevées, avec près de 3%.

Les organes ligneux et herbacés ont également été analysés séparément afin de préciser leur rôle respectif dans la dyna-

Tableau 4. Analyses de variance des rendements, des teneurs en huile essentielle et en costunolide des hampes florales de *A. umbelliformis* selon cinq stades phénologiques (récoltes 2002 et 2003).

| Stades de récolte            | Rendement en hampes florales (g MS/m <sup>2</sup> ) |       | Teneurs en huile essentielle (ml/100 g MS) |        | Teneurs en costunolide (g/100 g MS) |        |
|------------------------------|---|-------|--|--------|-------------------------------------|--------|
|                              | 2002  | 2003  | 2002                                       | 2003   | 2002                                | 2003   |
| Stade 1                      | 48 ab   | 43 b  | 1,31 ab                                    | 1,46 b | 2,72 a                              | 2,91 a |
| Stade 2                      | 37 b  | 45 b  | 1,53 a                                     | 1,76 a | 3,00 a                              | 2,76 a |
| Stade 3                      | 93 ab   | 64 b  | 1,08 b                                     | 0,71 c | 2,78 a                              | 0,93 b |
| Stade 4                      | 87 ab   | 73 ab | 0,61 c                                     | 0,41 c | 1,26 b                              | 0,75 b |
| Stade 5                      | 102 a   | 94 a  | 0,43 c                                     | 0,41 c | 1,16 b                              | 0,56 b |
| Probabilité (%)              | 2,25  | 0,40  | 0,00                                       | 0,00   | 0,00                                | 0,00   |
| Signification                | S*  | HS**  | HS*  | HS**   | HS**                                | HS**   |
| Coefficient de variation (%) | 31,60   | 18,20 | 13,53                                      | 13,70  | 11,68                               | 14,7   |

MS: matière sèche; S\*: 1% < p < 5%; HS\*\*: p < 1%. Les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test Newman-Keuls).



**Tableau 5. Analyses de variance des rendements, des teneurs en huile essentielle et en costunolide des hampes florales de *A. umbelliformis* selon cinq stades phénologiques (récoltes 2002 et 2003).**

| Stades de récolte | α-pinène (%) |      | camphène (%) |      | β-pinène (%) |      | α-myrcène (%) |      | p-cymène (%) |      | 1.8-cinéol (%) |      | terpinène (%) |      | α-thuyone (%) |      | β-thuyone (%) |      | camphre (%) |      | bornéol (%) |      |
|-------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|---------------|------|--------------|------|----------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|-------------|------|-------------|------|
|                   | 2002         | 2003 | 2002         | 2003 | 2002         | 2003 | 2002          | 2003 | 2002         | 2003 | 2002           | 2003 | 2002          | 2003 | 2002          | 2003 | 2002          | 2003 | 2002        | 2003 | 2002        | 2003 |
| Stade 1           | 2,4          | 1,7  | 2,9          | 1,5  | 13,4         | 11,2 | 20,7          | 17,8 | 0,7          | 0,8  | 15,2           | 13,1 | 1,7           | 1,6  | 1,7           | 1,4  | 0,7           | 1,8  | 1,1         | 1,8  | 9,3         | 13,9 |
| Stade 2           | 2,8          | 2,0  | 2,9          | 2,0  | 16,3         | 11,5 | 19,3          | 19,0 | 0,9          | 0,8  | 15,7           | 14,4 | 1,8           | 1,6  | 1,0           | 1,4  | 0,5           | 1,8  | 0,7         | 1,5  | 9,1         | 17,1 |
| Stade 3           | 2,4          | 1,9  | 2,6          | 2,0  | 13,0         | 10,2 | 19,5          | 16,6 | 0,9          | 1,0  | 16,0           | 10,9 | 1,9           | 1,8  | 1,1           | 1,4  | 0,8           | 1,4  | 0,9         | 2,1  | 7,5         | 14,5 |
| Stade 4           | 2,4          | 1,6  | 2,7          | 1,4  | 13,7         | 10,8 | 20,3          | 13,0 | 0,7          | 0,9  | 15,2           | 13,7 | 1,6           | 1,8  | 1,0           | 1,6  | 1,6           | 1,7  | 0,8         | 2,4  | 3,1         | 15,5 |
| Stade 5           | 2,5          | 1,4  | 2,1          | 1,4  | 19,9         | 8,9  | 15,9          | 8,8  | 1,0          | 0,8  | 15,4           | 11,6 | 2,0           | 1,7  | 1,0           | 1,6  | 1,6           | 1,7  | 0,5         | 2,4  | 7,5         | 16,8 |
| Moyenne           | 2,5          | 1,7  | 2,6          | 1,7  | 15,3         | 10,5 | 19,1          | 15,0 | 0,8          | 0,9  | 15,5           | 12,7 | 1,8           | 1,7  | 1,2           | 1,5  | 1,0           | 1,7  | 0,8         | 2,0  | 7,3         | 15,6 |

Fig. 4. Incidence des organes ligneux (tiges) et herbacés (fleurs et feuilles de la hampe florale) sur la teneur en costunolide de la hampe florale entière de *A. umbelliformis* selon le stade phénologique (récoltes 2002 et 2003). Les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test Newman-Keuls).

mique de ce principe amer. Le rôle de la teneur en costunolide des tiges s'est finalement avéré négligeable, en fournissant des valeurs de 0,10 à 0,26% (fig. 4).

## Rendements en hampes florales

Le rendement en biomasse reste un facteur très important, surtout pour le cultivateur. Malgré une mortalité de 13% en 2002 et de 18% en 2003, les rendements en hampes florales ont doublé entre le début et la fin de la période de floraison pour culminer à 100 g/m<sup>2</sup> (tabl. 4). Dans ces deux essais, les rendements ont été légèrement inférieurs aux rendements ordinaires (Rey *et al.*, 1997). Une récolte à partir de la pleine floraison permet de meilleurs rendements. C'est aussi à ce stade que la proportion des tiges passe de près de 15% à environ 25% de la masse des hampes florales (fig. 5). Cette augmentation qui aboutit finalement à une faible présence des tiges influence peu l'évolution de la qualité des hampes florales.

## Discussion

Comme pour de nombreuses plantes aromatiques, la teneur en métabolites secondaires du genépi s'est révélée fortement variable en fonction du stade phénologique de la plante. Cette étude démontre clairement que seule une récolte du genépi en début de floraison permet de garantir une production de qualité. Ce stade idéal sur le plan qualitatif n'est cependant pas le plus intéressant pour l'agriculteur de montagne qui récolte traditionnellement le genépi autour de la pleine floraison, afin d'as-

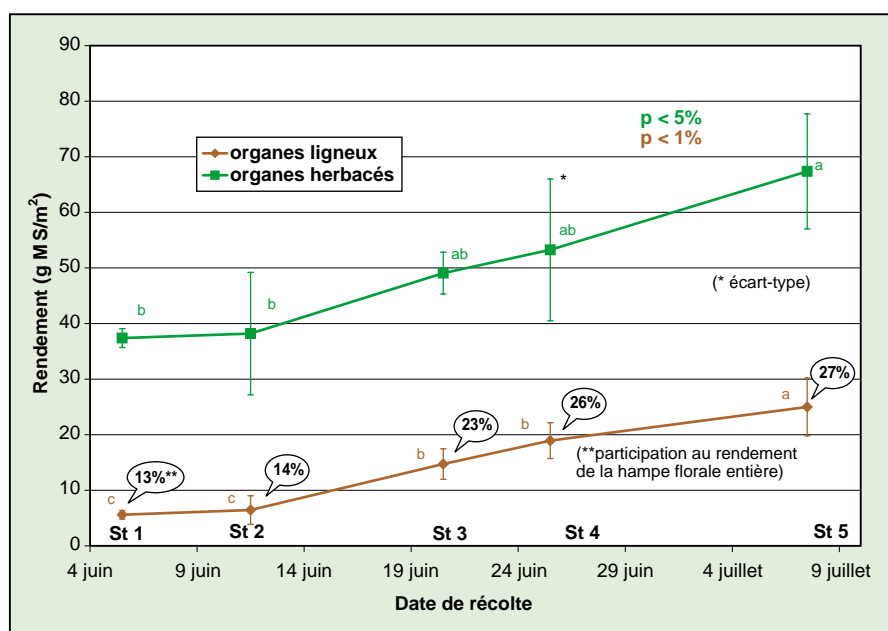
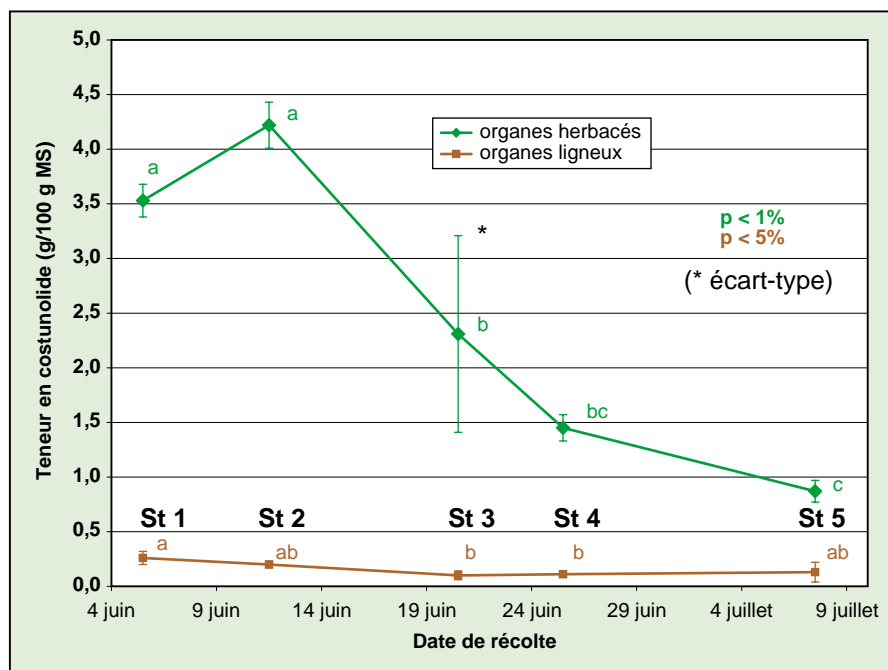


Fig. 5. Part des organes ligneux (tiges) et herbacés (fleurs et feuilles de la hampe florale) dans le rendement en hampes florales de *A. umbelliformis* selon le stade phénologique (récoltes 2002 et 2003); les valeurs moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test Newman-Keuls).

| $\alpha$ -terpinénol (%) |      | $\alpha$ -terpinol (%) |      | acétate de bornyl (%) |      | caryophyllène (%) |      |
|--------------------------|------|------------------------|------|-----------------------|------|-------------------|------|
| 2002                     | 2003 | 2002                   | 2003 | 2002                  | 2003 | 2002              | 2003 |
| 2,7                      | 6,0  | 0,6                    | 1,3  | 4,0                   | 3,6  | 1,9               | 4,8  |
| 2,9                      | 5,8  | 0,6                    | 1,2  | 3,1                   | 4,1  | 1,7               | 3,6  |
| 4,0                      | 5,2  | 0,7                    | 0,7  | 3,0                   | 3,1  | 2,0               | 4,3  |
| 3,6                      | 6,3  | 0,8                    | 1,2  | 1,7                   | 2,0  | 1,9               | 3,4  |
| 4,6                      | 6,1  | 1,0                    | 1,4  | 0,8                   | 1,5  | 2,3               | 3,5  |
| 3,6                      | 5,9  | 0,7                    | 1,2  | 2,5                   | 2,9  | 2,0               | 3,9  |

surer un bon rendement. Au regard des résultats de cette étude, cette pratique habituelle peut expliquer certaines fortes variations qualitatives observées entre différents lots commerciaux de genépi. Mais une meilleure qualité, lorsqu'elle conduit comme ici à une baisse de productivité, mérite une compensation financière. Rappelons que le genépi est utilisé pour la confection de produits à haute valeur ajoutée (boissons alcoolisées) dans des régions alpines où l'authenticité et la qualité sont des arguments commerciaux prioritaires. Le compromis pour la production entre qualité optimale et rendement maximal passe en partie par une bonne valorisation de cette qualité auprès des acheteurs.

Enfin, relevons que les feuilles de la rosette pourraient être valorisées par une récolte en dernière année de culture. Des analyses sensorielles restent cependant à réaliser pour valider leur utilisation en complément ou en remplacement de celle des hampes florales.

## Conclusions

- Le stade phénologique a une incidence très importante sur la concentration en principes aromatiques et amers.
- Une récolte en début de floraison assure une teneur maximale en huile essentielle et en costunolide.
- La composition des huiles essentielles reste similaire quel que soit le stade phénologique.
- Une récolte en début de floraison est recommandée pour assurer l'obtention d'un produit de qualité.

## Remerciements

Nos remerciements s'adressent à M. A. Perrion pour le prêt des parcelles pour les essais et les travaux d'entretien et à M<sup>me</sup> S. Rey pour la gracieuse mise à disposition du dessin.

## Summary

### Phenological stage and quality of floral trusses by white genepi

From 2001 to 2003, the incidence of the phenological stage on the quality of floral trusses by white genepi (*Artemisia umbelliformis* Lam.) was precisely defined. The ideal period for a maximal content of essential oil and costunolide (bitter principle) is the beginning of flowering. After this stage, the essential oil and costunolide contents drop of about 50%. Nevertheless, the chemical composition of the essential oil remains stable during the whole flowering period of white genepi. The rosette leaves show a chemical composition of the essential oil similar to the one of the floral trusses and could probably be valorised at the end of the culture. The optimal harvesting stage is being discussed.

**Key words:** *Artemisia umbelliformis*, costunolide, essential oil, flowering, harvest stage.

## Zusammenfassung

### Phänologisches Stadium und Qualität der Blütenstände der Edelraute

Der Einfluss des phänologischen Stadiums auf die Qualität der Blütenstände der Edelraute (*Artemisia umbelliformis* Lam.) wurde von 2001 bis 2003 untersucht. Die ideale Periode, um einen hohen Gehalt an ätherischen Ölen und an Costunoliden (Bitterstoffe) zu erhalten, ist zu Beginn der Blüte. Nach diesem Stadium nehmen die Gehalte an ätherischen Ölen und an Costunoliden um 50% ab. Dagegen war die chemische Zusammensetzung des ätherischen Öls während der gesamten Blütezeit praktisch identisch. Die Rosettenblätter zeigten eine ähnliche Zusammensetzung des ätherischen Öles wie die der Blütenstände und könnten am Kulturrende ebenfalls geerntet werden. Aufgrund dieser Resultate wird der optimale Erntezeitpunkt diskutiert.

## Riassunto

### Stadio fenologico e qualità degli steli fiorali di genepi bianco

Dal 2001 al 2003, l'incidenza dello stadio fenologico sulla qualità degli steli fiorali del genepi bianco (*Artemisia umbelliformis* Lam.) è stata definita con precisione. Il periodo ideale per la concentrazione massima in oli essenziali e in costunolide (principio amaro), ossia all'inizio fioritura, si è rivelata breve. Passato questo stadio, si sono registrate cadute di circa il 50% del tenore in oli essenziali e in costunolide. In compenso, la composizione chimica dell'olio essenziale si è rivelata stabile per tutta la durata della fioritura del genepi bianco. Le foglie della rosetta hanno rivelato una composizione chimica simile a quella degli steli fiorali e potrebbero essere valorizzate a fine coltura. Lo stadio ottimale di raccolta è discusso.

## Bibliographie

- Aeschimann D., Lauber K., Moser D. M. & Theurillat J. P., 2004. Flora Alpina. Belin, Paris, 3 tomes.
- Anonyme, 2002. Liste rouge des espèces menacées de Suisse. Edition de l'OFEFP, CH-3003 Berne, 46.
- Anonyme, 2003a. Culture et cueillette des plantes médicinales et aromatiques protégées de la flore française (Metropole); Aspects réglementaires. Document du CNPMAI, F-91490 Milly-la-Forêt, 92.
- Anonyme, 2003b. Développement et valorisation des plantes officinales des Alpes, le genépi. Rapport Interreg II Projet n° 395, 18 p.
- Appendino G., Belliardo F., Nano G. M. & Stefanelli S., 1982. Sesquiterpène lactones from *Artemisia genepi* Weber: isolation and determination in plant material and in liqueurs. *J. Agric. Food Chem.* **30**, 518-521.
- Bayle ?. & Darbesy ?, 1983. Etude de la composition chimique de trois genépi. Ecole supérieure de chimie de Marseille (rapport interne).
- Bicchi C., Nano G.M. & Frattini C., 1982. On the composition of the essential oils of *Artemisia genepi* Weber and *Artemisia umbelliformis* Lam. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **175**, 182-185.
- Bruschweiler ?, 1999. Plantes et savoirs des alpes. Ed. Monographic SA, CH-3960 Sierre, 283 p.
- Ferrari P., Bezzi A. & Abraham H., 1983. Prove di coltivazione di *Artemisia genepi* Weber in valle si Peio. Rapport de la «Stazione sperimentale agraria forestale di S. Michele all'Adige», XIII, 87-109.
- Gilly G., 1984. La culture du genépi. Rapport interne de l'INRA d'Antibes, 34 p.
- Gautheret R., Leddet C. & Paupardin C., 1984. Sur l'amélioration de genépiss (*Artemisia umbelliformis* et *A. Genepi*) par culture de méristèmes. *C. R. Acad. Agri de France* **70** (10), 1237-1246.
- Lê L. C., 1998. Culture *in vitro* du genépi blanc (*Artemisia umbelliformis* Lam.). *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.*, **30** (3), 153-156.
- Rey Ch. & Slacanian I., 1997. Domestication du genépi blanc. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.*, **29** (3), I-VIII.
- Rey Ch., 1999. Domestication et sélection du genépi. In: Actes du 4<sup>e</sup> colloque Médiplante, 23-25 septembre 1999, Conthey, Suisse, 17-32.

### Wine Titrino: la clé du succès pour vos analyses de vins

Avec la carte mémoire méthodes, vous pouvez charger les méthodes Wine PAC dans le Wine Titrino. Vous devez ensuite équiper votre Wine Titrino avec les accessoires correspondants (électrodes, unité interchangeable), préparer le premier échantillon et démarrer la détermination en appuyant sur la touche START. Le Wine Titrino vous livrera alors un rapport complet des résultats sur l'imprimante, avec une courbe de titrage, selon le cas.



Le Wine Titrino est un titreur compact avec écran LCD pour la représentation de courbes en temps réel. Maîtrisant tous les modes de titrage classiques, il est d'utilisation universelle.

Le logiciel Metrodata VESUV® 3.0 Light est compris dans la livraison. Il s'agit là d'un logiciel PC pour la sauvegarde de méthodes qui offre toutes les fonctions de base de données.

Le classeur d'applications avec 25 méthodes tient compte des normes internationales pour l'analyse des moûts et des vins en provenance de l'Union européenne, d'Australie et de Nouvelle-Zélande, d'Israël, de Suisse, d'Afrique du Sud, d'Amérique du Sud et des Etats-Unis.

Le recueil de méthodes est à la hauteur des développements récents et représente l'état actuel de la normalisation. Le classeur, inclus dans le package, décrit toutes les méthodes avec les paramètres, les courbes de titrages ainsi que des exemples d'analyses pour:

- Valeur pH
- Acide total titrable
- Acide sulfureux libre
- Acide sulfureux total
- Acides volatils
- Acidité résiduelle
- Acide ascorbique (vitamine C)
- Sucres réducteurs
- Acide carbonique (CO<sub>2</sub>)
- Cendres et alcalinité des cendres
- Calcium et magnésium
- Chlorure
- Phosphore total
- Sulfate
- Sodium, ammonium, potassium, fluorure, alcool

**Renseignements:** Metrohm SA,  
CH-9101 Herisau/Suisse,  
tél. +41 71 353 85 85,  
fax +41 71 353 89 01,  
Internet [www.metrohm.com](http://www.metrohm.com),  
e-mail: [info@metrohm.com](mailto:info@metrohm.com)

## Jardin botanique

- Serres
- Installation de chauffage
- Appareils de réglage
- Système d'ombrage
- Toiles énergétiques
- Aménagements intérieurs
- Installations d'irrigation
- Avant-toits
- Vantaux d'aération

**Nous vous offrons un service complet:**  
Nous sommes votre partenaire compétent depuis le conseil, par la planification jusqu'à l'exécution de nouvelles constructions, assainissements et exécutions spéciales.  
C'est avec plaisir que nous vous ferons parvenir notre documentation et nos références sur nos constructions: Gartencentres, serres de production, jardins d'hiver et constructions spéciales.



Exécuté pour: Jardin botanique, Bâle

ISO 9001/14001

www. **GYSI**

**GEBR. GYSI AG**  
CH - 6341 BAAR  
Tél. 041 761 41 41 Fax 041 761 71 00

Planification/conseil  
Constructions nouvelles  
Assainissements  
Exécutions spéciales



# Faits marquants dans la recherche à Changins

# 2005

## Viticulture, arboriculture et horticulture

### Viticulture-œnologie

#### Comportement du Pinot noir sur différents porte-greffe dans des sols très calcaires du Valais central

Le bilan d'une dizaine d'années d'observation dans trois sites avec dix porte-greffe différents a montré que le pouvoir chlorosant réel des sols était mal corrélé avec leur teneur en calcaire actif ou leur indice de pouvoir chlorosant. Dans les situations très chlorosantes, seul le porte-greffe Fercal est adapté. Les porte-greffe 420A, 161-49 C et 41B ont contribué à réduire la vigueur de la vigne.

#### Corrections azotées par pulvérisation foliaire d'urée sur Chasselas en vignes enherbées

En vignes soumises à une forte concurrence hydro-azotée, des apports foliaires d'urée ont été bien valorisés par la plante, même appliqués relativement tard dans la saison (autour de la véraison).

#### Mise en valeur des ressources génétiques en Valais

Le programme de mise en valeur des ressources génétiques de la vigne en Valais s'est poursuivi avec la mise en place d'une nouvelle collection d'étude de sept clones de Païen (Heida, Savagnin blanc) à Leytron.

#### Age de la vigne et comportement physiologique

Les différences de comportement végétatif observées entre les jeunes et les vieilles vignes semblent provenir en grande partie de leur régime hydrique: les jeunes vignes ont en effet reçu, au cours de la saison 2005, une alimentation en eau plus restrictive que les vieilles vignes, en raison de leur colonisation racinaire moins importante.

#### Réseau interactif en viticulture (terroirs viticoles vaudois)

Les observations menées en 2005 sur un réseau d'une centaine de parcelles de Chasselas dans le canton de Vaud ont permis de confirmer à grande échelle les relations établies entre la réserve en eau des sols et le comportement végétatif et hydrique de la vigne, ainsi que le niveau de maturité des raisins.

#### Mesure de l'alimentation hydrique de la vigne

Les suivis de l'alimentation en eau de la vigne, réalisés sur les différents sites expérimentaux d'Agroscope Changins-Wädenswil dans le cadre des études de terroir, ont démontré la pertinence des indicateurs physiologiques tels que le potentiel hydrique foliaire de base, le potentiel hydrique de tige, la discrimination isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ) et la modélisation du bilan hydrique de la vigne. L'effet positif d'une contrainte hydrique modérée en phase de maturation du raisin sur la qualité de la vendange et des vins a été confirmé.

#### Conduite de la vigne

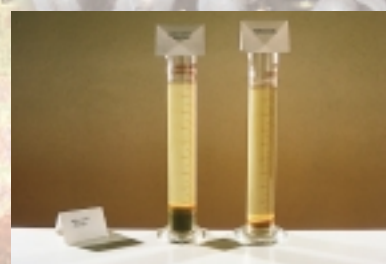
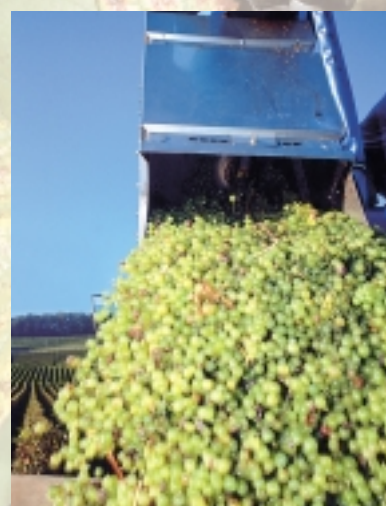
Le bilan de sept années d'essais de conduite effectués sur les cépages Chasselas, Pinot noir et Gamay a montré que la taille courte en cordon, permettant une utilisation plus intensive de la pré-taille mécanique et ainsi une réduction des coûts, était possible sur les trois cépages dans les conditions du bassin lémanique.

#### Technique d'amélioration de la qualité du raisin

Des essais de passerillage sur souche (pré-taille de la branche à fruit) réalisés sur cépages rouges ont montré que cette technique améliorait la qualité de manière nettement plus importante que la limitation de rendement ou la vendange tardive.

#### Désalcoolisation légère des vins

Les vins issus de vendanges de maturité optimale sont parfois jugés trop riches en alcool. Des essais préliminaires effectués par osmose inverse ont permis de réduire la teneur en alcool de 1 vol% sans péjorer leur qualité gustative.





## Limitation de rendement à la vigne comparée avec le passerillage hors souche

Comparativement à une limitation sévère à la vigne, le passerillage hors souche donne des vins de Pinot noir et de Gamay plus faibles en composés phénoliques, acidité, intensité colorante, et à la nuance rouge plus atténuée. Toutefois, à la dégustation, les vins de passerillage hors souche issus d'un rendement normal sont généralement préférés à ceux de limitation sévère à la vigne.

## Etude de la maturation des baies de Pinot noir en fonction de l'altitude du vignoble

L'étude de la maturation du Pinot noir cultivé à trois altitudes différentes (450, 600 et 900 mètres) a montré que le taux d'anthocyanes des raisins à maturité optimale est similaire. Le poids des baies en revanche diminue avec l'accroissement de l'altitude.

## La limitation de production sur Merlot n'améliore pas la teneur en sucre du raisin

Cette année également, les essais d'espacement des grappes effectués sur Merlot confirment la corrélation faible, voire inexistante, entre diminution de la production et amélioration de la teneur en sucre du raisin, malgré une réduction moyenne de la production de 30%.

## La technique de flétrissure du raisin sur souche augmente la qualité du Merlot

Dans les vignes de basse colline de Cugnasco, la technique de flétrissure du Merlot sur souche (pré-taille) a permis une augmentation significative de la concentration des sucres, en moyenne de 14 °Oe par rapport au témoin.

## Nouveaux cépages MRAC

Des résultats intéressants sont enregistrés pour la première récolte (°Oe et production) des nouveaux cépages MRAC implantés dans le vignoble expérimental de Gudo.

## Horticulture-plantes médicinales-arboriculture

### Baies

#### Fraises: assortiment variétal

Chaque année, les nouvelles variétés de fraise proposées par le commerce sont testées. Les variétés Cléry, Roxana, Patty et Yamaska, ainsi que la variété remontante Charlotte, se sont distinguées par leur qualité gustative, leur potentiel de production et leurs caractéristiques agronomiques.

#### Fraises sur substrat: alternative à l'utilisation de la tourbe

La comparaison de deux substrats à base de tourbe (100% tourbe ou 50% tourbe + 50% compost) et d'un substrat à base de compost d'écorces de bois et de fibres de coco a montré qu'il n'y avait pas de différence significative de rendement et de qualité entre les trois types de substrat pour les variétés de fraise Charlotte et Elsinoire.

#### Fraises: nouvelle homologation d'un insecticide

Pour la saison 2006, le produit Audienz (matière active Spinosad) a été homologué pour lutter contre les thrips sur les fraises. Les traitements contre les thrips avec ce produit permettront de mieux intégrer la lutte biologique contre les acariens jaunes dans ces cultures.

#### Framboises: gel d'hiver

Depuis quelques années, les plantations de framboises Tulameen subissent d'importantes pertes dues au mauvais débournement des cannes au printemps. Ces problèmes mettent en péril cette variété, une des plus intéressantes par ses qualités gustatives et agronomiques. Divers suivis tentent de déterminer les causes de ce non-débournement et d'y apporter des solutions.





## Framboises: enherbement de l'interligne

Après quatre ans d'essais à Bruson, l'intérêt d'*Agrostis stolonifera* pour l'enherbement de l'interligne dans les cultures de framboises est confirmé. Cette espèce permet d'obtenir un rendement comparable au témoin «sol nu», tout en garantissant une bonne couverture du sol.

## Framboises: entreposage frigorifique des variétés Glen Ample et Tulameen

Comparées à d'autres variétés de framboises, Glen Ample et Tulameen se maintiennent relativement bien durant quelques jours au froid à 0 °C. Un essai de stockage avec injection de 15 et 25% de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) a été comparé à la variante uniquement réfrigérée. Après cinq et sept jours de stockage, la qualité et la présentation n'étaient pas significativement différentes. L'essai sera reconduit en 2006.

## Groseilles à grappes: adapter la taille à la variété

Le comportement végétatif des buissons, l'induction florale et la répartition de la production sur les rameaux fruitiers sont des caractéristiques spécifiques à chaque variété de groseilliers. Pour le producteur, il est indispensable de les connaître afin d'adapter la taille à la variété. Pour Detvan et Tattran, il faut sélectionner des ramilles fruitières de moins de 50 cm; pour Jonkheer, de moins de 30 cm et pour Rolan, de 20 à 50 cm au plus.

## Plantes médicinales et aromatiques

### La mélisse citronnelle Lorelei: une nouvelle variété prometteuse

En comparaison avec dix variétés suisses, allemandes et françaises dans deux sites d'expérimentation à Bruson (VS) et à Hasle-Ruegsau (BE), la nouvelle obtention Agroscope/DSP «Lorelei» a tenu toutes ses promesses. De type érigé, elle s'est montrée la plus productive en matière sèche en 1<sup>re</sup> année, avec une bonne teneur en huile essentielle et en principes citronnés, ainsi qu'un bon taux de feuilles. Pour la production suisse, elle peut déjà être conseillée pour remplacer la variété «Lador».

### Monarde fistuleuse: une nouvelle source de géraniole

Le clone «C» (Canada) de *Monarda fistulosa* se distingue par son chémotype à haute teneur de géraniole (> 90% de l'huile essentielle). Evalué depuis deux ans dans les conditions de montagne suisses, ce clone s'est montré facile à multiplier, productif, rustique et riche en huile essentielle (3,5-6%). Il offre à la filière des plantes aromatiques et médicinales une nouvelle source intéressante de géraniole naturel.

### Verveine officinale: une piste pour lever la dormance

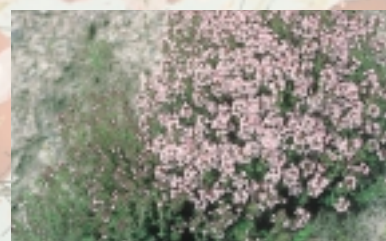
La difficulté de germination des semences de *Verbena officinalis*, particulièrement en production biologique, est un problème récurrent. Des tests de germination en boîte de pétri ont établi les conditions optimales de stratification (huit semaines à 3 °C) et de germination (16 h de lumière, jour 25 °C/nuit 18 °C). Le développement d'une nouvelle méthode, à l'aide d'un frigo «Friocell» qui permet de faire varier la température par cycles courts, offre la perspective de réduire de cinq fois la durée de stratification.

### Projet Interreg III «Sauvegarde des ressources végétales de l'Arc alpin»

La collaboration de 2003 à 2005 entre la Région autonome de la Vallée d'Aoste (Assessorat Agriculture) et le Valais (HEVs et ACW) est achevée. Les travaux d'Agroscope ont porté sur la sélection du thym vulgaire (écotype valdôtain), de la sauge sclarée, de la sarriette des montagnes et sur l'impératoire. Le rapport final a été diffusé lors d'un symposium à Aoste les 31 mars et 1<sup>er</sup> avril 2006.

### Réactualisation des normes de fumure

Les données de base pour la fumure des plantes aromatiques et médicinales ont été réactualisées afin de permettre une fertilisation raisonnée de ces cultures. Par rapport aux anciennes recommandations de fumure, les nouvelles normes pour les 34 cultures considérées sont dans l'ensemble similaires pour l'azote, réduites pour le phosphore et augmentées pour le potassium.





## Des nouvelles de notre partenaire Médiplant

### Tanaisie: sélection

Dans le but de sélectionner une variété de *Tanacetum vulgare* intéressante pour le secteur de la phytothérapie vétérinaire, une collection d'une trentaine d'origines a été constituée. Une importante variabilité morphologique et phytochimique a pu être décrite. Des plantes ont présenté une huile essentielle composée à plus de 95% de thuyones. Les plantes les plus prometteuses feront l'objet de nouvelles évaluations ces prochaines années.

### Podophylle: tests de germination

L'espèce *Podophyllum hexandrum*, originaire des régions himalayennes, intéresse l'industrie pharmaceutique pour lutter contre certaines formes de tumeur. La mise en culture de cette espèce menacée permettrait de sécuriser l'approvisionnement à moyen terme. Divers tests de germination ont mis en évidence l'action bénéfique de l'acide gibbérellique pour lever la dormance de la semence.

### Artemisia annua: augmentation de la teneur en artemisinine

Si la sélection reste le meilleur moyen d'accroître la productivité en artemisinine des cultures commerciales d'*Artemisia annua*, la recherche de pratiques culturales originales peut déboucher sur des gains de productivité rapides. Dans cette optique, l'effet de l'application de régulateurs de croissance et d'éliciteurs sur la biosynthèse de l'artémisinine a été testé en serre et au champ. Ces substances n'ont eu aucun effet sur la teneur en artemisinine.

## Arboriculture fruitière

### Pommier: digitalisation en 3D des arbres fruitiers

Les premiers résultats issus des mesures de 2004 et 2005 sur 18 arbres de la variété Golden montrent des différences marquées pour les paramètres végétatifs des trois modes de conduite. Ces différences ne se traduisent pas par des écarts aussi nets en ce qui concerne la distribution de la lumière et la qualité des fruits. En revanche, on note une forte influence du facteur annuel dû principalement à l'alternance partielle de production.

### Pommier: conservation de la variété Golden Orange traitée au 1-MCP en atmosphère contrôlée (AC et ULO)

Le méthyle-cyclo-propène (1-MCP) est une substance gazeuse dont l'action, en se fixant sur les récepteurs d'éthylène, va bloquer le processus de maturation des fruits. Les résultats en conservation AC et ULO avec un traitement au 1-MCP sont prometteurs pour cette variété. Les fruits restent plus fermes et perdent moins d'acidité pendant le stockage. Le risque d'apparition d'échaudure est également très faible. La durée de conservation est ainsi nettement prolongée.

### Pommier: date de récolte et conservation de la variété «La Flamboyante» commercialisée sous la marque Mairac®

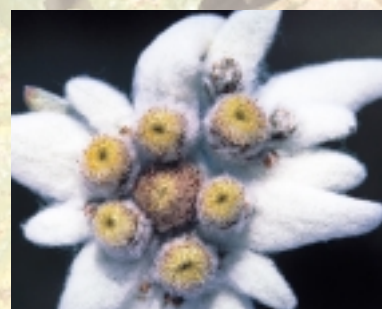
Les valeurs de la fenêtre optimale de maturité de récolte pour l'entreposage sont définies. Diverses conditions d'entreposage en atmosphère contrôlée et en basse teneur en oxygène (ULO) ont été testées durant plusieurs années. Depuis 2005, les conditions idéales ont été introduites dans la liste des recommandations pour l'entreposage.

### Poirier: commercialisation des sélections ACW

L'intérêt pour la variété Valérac et le porte-greffe Coco1, sélectionnés par Agroscope Changins-Wädenswil, augmente, principalement en France. Notre partenaire (via VariCom) «Mondial Fruit Selection Sarl» est intéressé par leur diffusion.

### Abricotier: modes de conduite

Les résultats partiels de quatre modes de conduite et deux variétés confirment la productivité supérieure des formes buisson, en particulier la variante semi-palissée. Par rapport au buisson totalement libre, celle-ci présente l'avantage d'une hauteur limitée à 2,2 m, économiquement intéressante lors de la réalisation des travaux exigeants en main-d'œuvre (éclaircissage, cueillette). Les modes de conduite basés sur une formation et une taille plus contraignantes ont un comportement moins satisfaisant.





## Abricotier: essai de conservation des abricots

En 2005, les variétés d'abricots Orangered, Goldrich, Bergarouge, Bergeron, Tardif de Tain ont fait l'objet d'un test préliminaire de conservation à une température de 6 °C. L'influence du produit anti-pourriture «Teldor» et d'un produit à base de calcium a également été évaluée. Les résultats ne sont pas très concluants. L'essai sera répété en 2006 avec une température de stockage plus basse.

## Horticulture

### Biofumigation: une méthode de lutte contre les maladies du sol

La biofumigation est basée sur le dégagement de substances toxiques pour certains pathogènes du sol lors de la dégradation de plantes riches en glucosinolates, telles que *Brassica juncea* (moutarde brune) ou *Eruca sativa* (roquette). Une réduction de 50 à 75% de la population de *Verticillium dahliae*, l'agent de la verticilliose, a été constatée lors de deux essais de biofumigation chez des producteurs de poivrons en Valais.

### Tomate: prévention du corky root de la tomate

Les plants greffés de la variété Admiro ont eu un rendement de 35% et un poids moyen des fruits de 30% plus élevés que le témoin non greffé. Dans un sol fortement infesté par *Pyrenochaeta lycopersici*, agent du corky root, les quatre portegreffes testés ne se sont pas distingués.

### Variétés de tomate à grappes: de nouvelles qualités

Trois variétés aux qualités distinctes ont été retenues dans un essai comprenant neuf variétés. **Altess**, une variété *jointless* sans zone d'abscission du fruit, s'est distinguée sur le plan du rendement, de la qualité des fruits et de la grappe, ainsi que de la conservation. Les variétés **Climberley** et **Makalu** ont été retenues pour leur excellente qualité externe et interne et leur aptitude à la conservation. Ces trois variétés sont recommandées dans le Manuel des Légumes 2006.

### Tomate: influence de la conservation sur la qualité après récolte

La comparaison de deux modes de conservation de la tomate à grappe Climberley, à «12 °C» et à «température ambiante» durant quinze jours, permet les conclusions suivantes: à 12 °C, l'état de fraîcheur de la grappe ainsi que la fermeté des fruits sont plus élevés qu'à température ambiante. Quant à la teneur en acide des fruits, elle chute de façon similaire dans les deux conditions, entre le 5<sup>e</sup> et 9<sup>e</sup> jour de conservation.

### Tomates anciennes: valeurs agronomique, analytique et gustative

Douze variétés anciennes ont été comparées avec cinq variétés améliorées en vue d'une caractérisation agronomique, analytique et gustative. L'amélioration de ces anciennes variétés porte sur un rendement plus élevé, une plus grande homogénéité des calibres, une meilleure fermeté des fruits et des résistances aux maladies.

### Concombre en culture d'été: suivi de viroses et importance des variétés tolérantes

Les premiers symptômes, mosaïques, chloroses et recroquevillement des feuilles, étaient déjà visibles sur les jeunes plantes deux semaines après l'installation. Les analyses virologiques effectuées en cours de saison ont confirmé la présence du virus de la mosaïque du concombre (CMV) dans tous les cas. Aucun autre virus n'a été détecté. Face à une pression d'inoculum de CMV non contrôlée, les variétés Loustik, DRL 4309, Paramos et Wynia se sont particulièrement bien comportées.

### Laitues colorées: culture d'hiver sous serre

Des laitues de coloration rouge plus intense sont recherchées sur le marché suisse, particulièrement durant les jours courts. Dans les types rouges, seules la batavia colorée Mohican et Lollo rossa RX 3034 ont donné satisfaction. Aucune laitue pommée colorée n'a été retenue.





## Roses: influence de l'hygrométrie sur le développement des acariens, des auxiliaires et des maladies

Après une première saison d'étude, la régulation de l'hygrométrie ( $DF = 10 \text{ g/m}^3$ ) n'a pas eu d'influence sur le développement des acariens *Tetranychus urticae* ni sur l'efficacité de l'acarien prédateur *Phytoseiulus persimilis*. En ce qui concerne les maladies, le botrytis n'a pas été observé. Pour l'oïdium, la sensibilité de la variété demeure prédominante.

## Roses: la lutte biologique, un défi à relever

La mise en place de la lutte biologique sur roses reste, pour le moment, très difficile. Après des résultats encourageants obtenus en 2003 dans la lutte contre les acariens, les aleurodes ont été incontrôlables en 2004 et en 2005 et ce sont les thrips qui ont résisté. Les recherches sur ce thème se poursuivent en 2006.

## Cultures ornementales: quantité de bouillie appliquée en cultures ornementales

Les quantités de bouillie appliquées en cultures ornementales sont encore très élevées. Trois appareils de traitements, l'atomiseur, la lance et un prototype (appareil turbo autotracté), ont été utilisés pour traiter une culture de roses. Avec des quantités de matière active nettement inférieures à celles utilisées pour la lance, le turbo a donné des résultats encourageants. Le dosage doit encore être travaillé, notamment en fonction du développement de la culture.

## Protection des végétaux

### Plantes ornementales et cultures maraîchères

#### Un nouvel acarien en culture maraîchère: le tarsonème

Redouté dans les contrées chaudes, le minuscule *Polyphagotarsonemus latus* limite sa présence à quelques plantes ornementales en Suisse. Signe des temps, et peut-être du réchauffement global, une serre de tomates et de poivrons a été touchée pour la première fois en 2005. Les dégâts, déformation et subérisation sévères des fruits, incitent à la vigilance.

#### Le virus de la tomate toujours au premier plan au Tessin

Pour la première fois, le virus «Pepino Mosaic» est apparu dans une serre de tomates en culture hors sol. Bien qu'il ne s'agisse pas d'un organisme de quarantaine, ce virus est extrêmement infectieux et se répand très rapidement dans la culture. Le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV), déjà présent au Tessin, fait à nouveau parler de lui, avec d'importants dégâts à son actif dans diverses exploitations.

## Vigne

### www.agrometeo.ch, une plate-forme interactive au service des producteurs

Le site Internet [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) contient des cartes régionales interactives facilitant la recherche des informations. Les risques d'infection du mildiou de la vigne, de la tavelure du pommier et du feu bactérien sont communiqués dans plus de cent vingt stations météorologiques réparties sur tout le territoire suisse. Le canton de Genève a complété son réseau de mesures avec huit nouvelles stations.

### Dosage des fongicides adapté à la courbe de croissance de la vigne

Agroscope Changins-Wädenswil a développé un système de dosage adapté à la surface foliaire à traiter. Par cette approche, la même quantité de matière active par unité de surface foliaire peut être appliquée durant toute la saison. Pour faciliter le calcul du dosage, un module a été intégré sur [www.agrometeo.ch](http://www.agrometeo.ch) permettant rapidement d'obtenir la dose, en indiquant la hauteur et la largeur de la haie foliaire, la distance interligne et la concentration homologuée pour le produit désiré.

### Répartition de la bouillie dans les inflorescences et les grappes

Agroscope Changins-Wädenswil, en collaboration avec Syngenta et le Weinbauinstitut de Freiburg en Allemagne, a analysé la répartition de la bouillie au niveau des inflorescences et des grappes. A partir de la fermeture des grappes, le dépôt de





matière active par unité de volume des grappes diminue massivement. A l'inverse, les inflorescences retiennent très bien la bouillie. Aucune différence n'a pu être observée entre les cépages Chasselas, Pinot noir et Müller-Thurgau analysés.

### Lutte biologique contre la pourriture grise

Des essais de lutte à l'aide de produits biologiques contre la pourriture grise des raisins ont été conduits sur du Chasselas et du Gamay. L'extrait d'algues, le lithotame, le talc, le produit KBV 99-01 (lacto-péroxydase) et des bactéries antagonistes dégradant l'oxalate (Université Fribourg) ont été peu efficaces, voire inefficaces dans les deux parcelles expérimentales. De plus, le talc et le lithotame s'appliquent par poudrage, laissant un résidu visible sur les grappes à la vendange.

### Etude mycologique des agents responsables des maladies du bois

L'étude détaillée d'un grand nombre de ceps atteints d'apoplexie a permis d'isoler et de caractériser morphologiquement plus de cinquante champignons différents. *Phaeoaniella chlamydospora* est le plus fréquent, comme dans d'autres études à l'étranger. Viennent ensuite *Fomitiporia mediterranea*, *Phaeoacremonium angustius*, *P. aleophilum*, *Eutypa lata*, *Botryosphaeria obtusa*, *B. dothidea* et *Phomopsis viticola*. Les profils moléculaires spécifiques de ces espèces ont permis de confirmer leur identification.

### Un test moléculaire pour la détection des agents fongiques latents des maladies du bois

Une PCR multiplex est en développement pour la détection précoce des huit principaux champignons responsables de l'esca. Un protocole de PCR directe sur des copeaux de bois sans extraction de l'ADN a été mis au point. Cette méthode devrait permettre de tester rapidement un grand nombre d'échantillons, allant du matériel de multiplication (champs de pied-mères, porte-greffes, greffons) aux vignes en production atteintes d'esca.

### Marqueurs biochimiques pour la sélection de cépages résistants au mildiou

Plusieurs centaines de semis de pépins de raisin issus d'hybridation (IRAC) provenant du programme de sélection de Pully ont été testés en vue de caractériser leur résistance au mildiou. Les analyses de callose, d' $\epsilon$ - et de  $\delta$ -viniférine et la sporulation du mildiou après inoculation artificielle ont permis d'éliminer 98% des individus. Cette étape représente un gain de temps et une amélioration considérable de la fiabilité de la sélection pour la résistance au mildiou.

### Rôle des stilbènes dans les mécanismes de défense contre l'oïdium

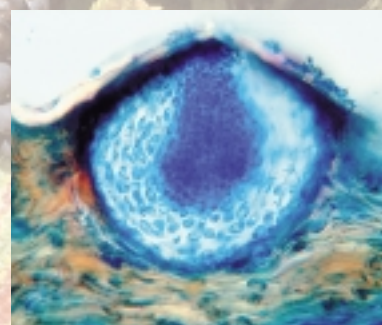
Les stilbènes, synthétisés en abondance par les cépages résistants au mildiou, n'ont pratiquement pas d'effet biocide direct sur la germination des conidies de l'oïdium. Ces dernières germent même sur un support inerte mais elles ne forment des appressoria (structures de pénétration dans les tissus végétaux) que sur les cépages sensibles. Une cutinase constitutive a par ailleurs été mise en évidence dans les conidies de l'oïdium, qui permet de dégrader la cutine durant les phases initiales d'infection.

### Rôle des peroxydases dans la résistance de la vigne au mildiou

Deux peroxydases spécifiques ont été mises en évidence en relation avec les mécanismes de résistance au mildiou qui sont absents dans les cépages sensibles. Ces peroxydases sont responsables de la synthèse des viniférines à partir du resvératrol. La caractérisation biochimique et moléculaire de ces enzymes devrait permettre l'élaboration de marqueurs hautement spécifiques pour la sélection de cépages résistants au mildiou.

### Lutte par confusion contre le carpocapse et les vers de la grappe au moyen de microcapsules

La lutte par confusion contre le carpocapse a été expérimentée avec succès en vergers et vignobles en appliquant les phéromones sexuelles des ravageurs en mélange avec quatre à six traitements fongicides. Les microcapsules d'environ 100  $\mu$ m de diamètre adhèrent au feuillage et libèrent l'attractif pendant 20-30 jours. Les essais seront poursuivis en 2006.





## Dynamique des vers de la grappe

La pression des vers de la grappe est restée très faible dans toute la Suisse en 2005. L'espèce cochylis a très mal supporté les conditions extrêmement chaudes et sèches de l'été 2003 et n'a pas encore réussi à reconstituer ses effectifs. Eudémis est actuellement presque partout l'espèce dominante mais ses populations sont restées relativement modestes.

## La flavescence dorée migre vers le nord

Au Tessin, la flavescence dorée migre vers le nord. Les contrôles en laboratoire ont trouvé la maladie dans des échantillons provenant de trois nouvelles communes au Mendrisiotto et d'une autre (Gentilino) près de Lugano. Un nombre accru de vignes contaminées a également été détecté à proximité de la parcelle détruite de Pedrinato, qui a abrité le premier foyer de flavescence dorée en 2004. Le canton a rendu obligatoire l'utilisation généralisée d'insecticides contre la cicadelle vectrice dans le Mendrisiotto.

## La lutte contre le vecteur de la flavescence dorée fonctionne

La vision des années nonante d'élaborer des méthodes de contrôle et des stratégies de lutte contre la cicadelle *Scaphoideus titanus*, vecteur de la flavescence dorée, s'est démontrée efficace. Dans les 350 ha de vignes du Mendrisiotto dans lesquels a été appliquée la lutte expérimentale, la population de *S. titanus* a pu être réduite dans le respect des prescriptions PI. Cette lutte devra par conséquent continuer avec des résultats visibles dans quelques années.

## Arbres fruitiers

### Résistance de la tavelure aux fongicides du groupe des anilinoypyrimidines

L'absence d'efficacité de plus de dix interventions fongicides contre la tavelure du pommier a permis de mettre en évidence des isolats du pathogène résistant à des degrés variables aux fongicides du groupe des anilinoypyrimidines. Dès lors, ces fongicides ne peuvent plus être appliqués seuls, mais doivent être mélangés avec du captane ou du dithianon afin de garantir leur efficacité. Il est en outre recommandé de ne pas les appliquer plus de deux fois de suite et d'alterner les groupes chimiques.

### Un deuxième cas de résistance aux insecticides chez la tordeuse de la pelure capua

Après un premier cas de résistance de capua à quelques insecticides, mis en évidence dans un verger à Etoy en 2004, un second foyer a été repéré à Aigle en 2005. Les souches de ravageurs de ces deux vergers sont résistantes au lufenuron, au tébufénozide et au méthoxyfénozide. Des recommandations ont été émises pour tenter d'éradiquer ces deux foyers.

### *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*

Cette bactérie de quarantaine a été identifiée pour la première fois en Suisse, sur abricotiers (Orange red et Jumbo Cot) et sur pruniers japonais (Green Sun et TC Sun), en Valais près de Martigny. L'identification de cette bactérie a été confirmée dans les laboratoires de Changins, de Wädenswil et au Laboratoire national de protection des végétaux d'Angers (F).

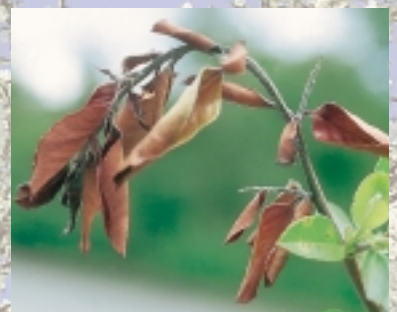
### Les ériophyides gallicoles du poirier «souffrent»

Les essais pratiques réalisés en automne 2004 à l'aide de soufre pour lutter contre les ériophyides à galles du poirier ont donné pleine satisfaction lors de la floraison 2005. Cette nouvelle technique de lutte mise au point en collaboration avec le FiBL permettra aux arboriculteurs de lutter efficacement contre cet acarien ravageur, notamment en agriculture biologique.

### Sharka

Le suivi de quelques vergers de pruniers en Valais a à nouveau permis de déceler des arbres infectés par le virus de la Sharka. La souche D, moyennement virulente, semble y être dominante. Afin d'enrayer cette maladie de quarantaine, de nombreux arbres ont été arrachés.

*André Stäubli et Jean-Philippe Mayor,  
ancien et nouveau directeurs de la station de recherche  
Agroscope Changins-Wädenswil ACW*



#### Pour en savoir plus...

- La liste complète des publications de l'année 2005 peut être obtenue à la bibliothèque de Changins (tél. 022 363 41 50).
- Elle est également disponible sur:

[www.acw.admin.ch](http://www.acw.admin.ch)

#### Adresse:

Agroscope  
Changins-Wädenswil ACW,  
CP 1012, 1260 Nyon 1  
(tél. 022 363 44 44,  
fax 022 362 13 25  
ou [info@acw.admin.ch](mailto:info@acw.admin.ch)).

## Les levures *Brettanomyces*, un problème international, même en Suisse

Dans les années 1990, des odeurs de sueur de cheval ou d'écurie ont été mises en évidence dans les vins de Bordeaux; il s'agissait d'un défaut dû aux levures *Brettanomyces*. Depuis, ce problème et l'évolution des connaissances sur ce sujet font régulièrement l'objet d'articles de technique vinicole. Cette maladie ne s'est pas arrêtée aux frontières politiques de la Suisse. Depuis plusieurs années, différentes personnalités et des professionnels s'inquiètent de déguster des vins suisses entachés par ce défaut. Le meilleur moyen pour lutter contre cette levure reste la formation du professionnel, la prévention et le conseil en cave.



Fig. 1. *Brettanomyces*: une levure qui peut prendre une forme spectaculaire et artistique en milieu synthétique (grossissement 1000 ×, S. Hautier, EIC).

### Un défaut typique des vins rouges

Jusque dans les années 1990, la présence de levures du genre *Brettanomyces* (fig. 1) dans les vins est associée à différents défauts comme la production d'acidité volatile et le «goût de souris». Des travaux conduits à cette époque à l'Université de Bordeaux sur l'élevage des vins en barrique ont montré que ces levures sont plutôt responsables d'odeurs indésirables de type phénolé. Les descriptions organoleptiques de cette altération sont soit des notes d'encre de Chine ou de gouache, soit des odeurs animales, de sueur de cheval ou encore de camphre, médicales. Il faut rappeler qu'à faible con-

centration, les composés responsables de ces défauts donnent des impressions plutôt positives dans les vins, qualifiées de cuir, de girofle ou d'épicé. Certains œnologues s'essaient même à maîtriser le phénomène.

Les transformations biochimiques qui engendrent ces altérations sont maintenant bien comprises et résumées dans la figure 2. Les odeurs résultent de la transformation d'acides phénols présents dans les vins en vinyl-phénols, puis en éthyl-phénols par les *Brettanomyces*. La plupart des souches de *Saccharomyces cerevisiae* utilisées pour la fermentation alcoolique sont capables de la première transformation, mais leur dangerosité est très faible, car leur enzyme cinnamate décarboxylase est bloquée par les polyphénols; or, les précurseurs des mauvaises odeurs se rencontrent en concentration importante uniquement dans les vins rouges. Ce dernier élément explique aussi que seuls les vins rouges sont en principe entachés par ce défaut.

### Une maîtrise difficile

La maîtrise de cette altération reste difficile, même avec des pratiques œnologiques réfléchies. De plus, certaines techniques ou certains protocoles de vinification peuvent favoriser le développement des *Brettanomyces* dans le vin, comme

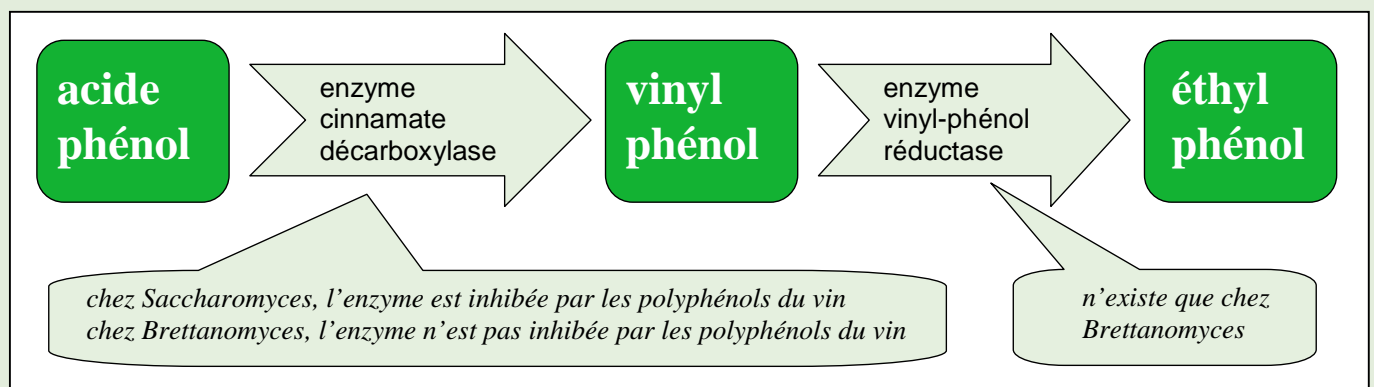


Fig. 2. Transformations biochimiques du défaut phénolé dans les vins.



Tableau 1. Méthodes de détection précoce de la présence de levures *Brettanomyces* dans le vin.

| MÉTHODE   | AVANTAGE  | DÉSAVANTAGES  |
|---|---|---|
| <b>Microbiologie classique</b> Cultures sur des milieux sélectifs contenant des précurseurs. La présence de <i>Brettanomyces</i> est confirmée à l'odeur. Des milieux décrits dans la littérature spécialisée ont été développés par différents distributeurs de produits œnologiques ou de laboratoire (OenoDev, PrahBiolab, Millipore). | – fiable<br>– permet de compter                       | – délai de 8 à 10 jours   |
| <b>Biologie moléculaire (PCR)</b> Différentes techniques de biologie moléculaire consistent à mettre en évidence la présence dans le vin de séquences d'ADN spécifiques aux <i>Brettanomyces</i> .  | – rapide (2-3 jours)                                  | – levures mortes et vivantes confondues<br>– ne permet pas de compter |
| <b>Biologie moléculaire quantitative</b> Techniques de biologie moléculaire récentes, qui se basent aussi sur la mise en évidence de séquences d'ADN spécifiques et qui en plus estiment la quantité d'ADN de l'échantillon.  | – rapide (1 jour)<br>– permet d'estimer la population | – fiabilité doit encore être prouvée                                  |
| <b>Test simplifié</b> Consiste à mettre un échantillon de vin dans un pot qui contient un milieu avec des précurseurs. Après quelques jours, l'odeur dénonce la présence de <i>Brettanomyces</i> (kit Snif Brett).  | – peut se faire par le praticien                      | – approximatif  |

l'élevage sur lies. Pour que les *Brettanomyces* puissent se développer, moins de 500 mg de sucre leur suffisent. Dans ce cas, quelque 1000 levures/ml de vin en fin de fermentation déjà peuvent provoquer la maladie. Pour rappel, une concentration au moins dix fois supérieure est nécessaire pour qu'elles soient directement observables au microscope.

Les sources d'infection de *Brettanomyces* à la cave ne sont pas encore bien élucidées. Il serait faux de penser que la présence de ces levures se conjugue nécessairement avec une mauvaise hygiène, même si une bonne hygiène est nécessaire pour maîtriser le problème.

Des doses de SO<sub>2</sub> libre supérieures à 25 mg/l permettent d'éviter leur développement, mais dès que cette concentration diminue, les *Brettanomyces* se multiplient à nouveau, ce qui explique certains cas de contamination en bouteille, même plusieurs années après la mise. Actuellement, le seul moyen d'éliminer ces levures est la filtration stérilisante ou l'ajout de DMDC (diméthyle dicarbonate), dont l'utilisation en Europe et en Suisse n'est pas encore complètement réglementée.

La correction du défaut organoleptique reste difficile. Les essais de collage ont montré que le charbon désodorisant donne des résultats intéressants. Des produits gras actuellement non autorisés, comme de la crème ou des huiles, permettraient une bonne sélectivité du défaut. Une autre approche consiste à masquer le défaut, par exemple avec des notes boisées.

Néanmoins, des moyens de dépistage et de traitement existent; ainsi, la meilleure stratégie face à ce problème consiste à:

- détecter préventivement la présence de *Brettanomyces* au chai;
- en cas de problème, mettre en quarantaine les cuves contaminées;
- traiter les cuves contaminées pour éliminer les levures ou éviter leur développement.

La détection précoce des *Brettanomyces* dans les vins peut se faire par différentes techniques résumées dans le tableau 1.

### Que peut apporter l'Ecole de Changins?

En tant que Haute école spécialisée (HES), l'Ecole d'ingénieurs de Changins peut mettre à disposition dans ce contexte:

- les prestations de service par le conseil œnologique et les analyses microbiologiques qui peuvent être réalisées dans nos laboratoires;
- la formation dispensée par l'école dans le cadre de ses cours réguliers ou dans le cadre de cours spécifiques;
- la recherche par un travail de semestre ou de diplôme qu'un étudiant entame actuellement sur ce sujet.

En conclusion, le meilleur moyen de faire peur à cette levure est de rester informé et vigilant à son égard!

Serge Hautier, EIC



# EuroPress

made by Scharfenberger





**pressoirs pneumatiques**  
12 - 320 hl  
cage ouverte, fermée, mixte

mech-top GmbH  
Aarauerstrasse 4 – 4600 Olten  
Tél. 062 296 32 32

Contact pour la Suisse romande:  
Philippe Fournier  
1921 Martigny-Croix  
Mobile 079 607 81 76  
Téléfax 027 723 14 41



**Scharfenberger**  
Maschinenbau

D - 67098 Bad Dürkheim Telefon 0049 (0) 6322 60 02-0 Fax 0049 (0) 6322 6002-10 www.scharfenberger.de info@scharfenberger.de

WEINGUT WYNEGG  
JENINS

**À VENDRE À JENINS (près de Maienfeld)  
Inventaire après liquidation**

**Machines de cave et matériel pour la vinification**

Installation complète de six tanks de fermentation de 4000 l, remuage mécanique, chauffage et refroidissement contrôlé par ordinateur (système HARTMANN), plusieurs tanks «SUTTER-Prodorglas» de 1000 l, tanks en inox (toujours pleins) plusieurs grandeurs, filtre «FILTROX» crossflow 10 m<sup>2</sup>, appareil de saturation CO<sub>2</sub> 500-2500l/h (système Dr. MÜLLER), plusieurs pompes à vin, moût ou marc, télécommande pour pompes, groupe mono-bloc tireuse/bouchonneuse 1000 bt./h, étiqueteuse autocollante 1200 bt./h., appareils d'analyse de vin «METROHM», égrappeuse 6000-8000kg/h, plusieurs bennes de déchargement direct en inox 2,5 m<sup>3</sup>-3 m<sup>3</sup> (diamètre de la spirale 240mm) trempeuse de bouteilles électrique galvanisée, deux chariots-égouttoirs à bouteilles, corbeilles-palette galvanisées, tuyaux à vin et à moût (30 et 40mm), grand choix de robinetterie, appareil de distillation 190 l HOLSTEIN etc.!

**ÉGALEMENT À VENDRE:**

**vignoble de 2871 m<sup>2</sup>, excellent emplacement  
Gamaret, 5<sup>e</sup> année de plantation (à partir de 100 fr./m<sup>2</sup>)  
vente possible aussi aux particuliers**

Contact: Christian Wiher 081 302 39 30 ou 078 822 95 10

# Cuve flottante Inox 316



CP 173 – 3965 Chippis

☎ 027 455 72 28 – 📞 078 602 72 28

📠 027 456 21 34

E-mail: zuffereyalain@bluewin.ch

*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

## CAISSETTES À BOUTEILLES

ADAPTÉES À VOS BESOINS

**Demandez notre programme de fabrication:  
verres décorés, tabliers de cave, bois tourné, etc.**

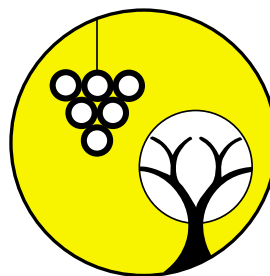
**ATELIERS SAINT-HUBERT**  
Rue de Bellevue 3 • 1920 Martigny  
Tél. 027 722 46 20 • Fax 027 722 93 65  
martigny@asth.ch • www.asth.ch

## LES PROFESSIONNELS

des secteurs viticoles,  
arboricoles et horticoles romands  
verront

## VOTRE PUBLICITÉ

dans la



Revue suisse de viticulture  
arboriculture et horticulture

Régie des annonces: PRAGMATIC SA Tél. 022 736 68 06  
Avenue Saint-Paul 9 CH-1223 Coligny Fax 022 786 04 23

## AEBI

### Deux talents d'exception sur les pentes raides

La saison de ski 2005/2006 était particulièrement prospère pour Benjamin Raich. A côté de ses nombreuses victoires en coupe du monde, il était également en tête au classement général en Coupe du monde, remportait la petite boule de cristal au slalom géant et était double champion olympique à Turin 06.



Le groupe Aebi félicite sincèrement Benjamin Raich pour tous ces remarquables succès sportifs. Nous sommes extrêmement fiers de pouvoir compter un sportif d'élite d'une telle renommée parmi nos fidèles clients. Lorsqu'on lui demande quels sont ses buts sportifs, vu qu'il a déjà atteint le sommet du succès, il nous répond: «*En tant que sportif, on a toujours des buts. Stagner est synonyme de régression. Il faut donc toujours évoluer*» et enchaîne: «*En somme, le nouveau Terratrac Aebi TT270, je l'ai acheté d'un commun accord avec mon père pour la même raison. Nous voulons rester au niveau technique le plus récent. Avec le TT270, que nous utilisons essentiellement durant le semestre d'été pour la récolte du fourrage et en hiver pour le déneigement, nous avons acquis une machine haut de gamme, absolument remarquable au niveau de la technique et des performances. Les travaux s'effectuent dès lors encore plus efficacement et plus rapidement et, pour parler franchement, le plaisir joue là également un grand rôle. Le Terratrac Aebi TT70S, que nous utilisons toujours, nous a rendu d'excellents services durant des années. Du reste, ces bonnes expériences étaient un argument décisif pour rester fidèle à la marque Aebi. En été, nous participons tous aux travaux de la ferme. En ce qui me concerne, bien sûr seulement lorsque le sport de compétition m'en laisse le temps.*» Et il ajoute en souriant: «*De toute façon, je n'arrive à conduire le Terratrac que lorsque aucun de mes frères ne travaille avec, car c'est l'activité préférée à la ferme.*»

#### Renseignements:

Aebi & Co. AG, case postale, 3401 Burgdorf,  
tél. 034 421 61 21, fax 034 421 61 51,  
E-mail: aebi@aebi.com

## Chronique

### Produire des Fruits en Agriculture biologique

Ouvrage collectif, ISBN 2-9515855-6-X, édition Institut technique de l'agriculture biologique (ITAB) et Groupe de recherche en agriculture biologique (GRAB), 2<sup>e</sup> édition, 300 p., 50 €

Le but de la seconde édition de cet ouvrage est de rassembler toutes les données techniques de la production biologique en arboriculture et toutes les connaissances accumulées d'une part par les producteurs et la pratique et d'autre part par les différents centres français de recherche en agriculture biologique (ITAB et GRAB).

Dans la première partie de cet ouvrage, les auteurs mettent en évidence l'importance de considérer le verger dans son environnement, donc en tant qu'écosystème et non comme entité de production isolée. Ainsi, lors de la création d'un verger, la plantation de haies et de bandes florales susceptibles d'héberger une faune auxiliaire abondante est primordiale. Une liste des essences et des espèces herbacées les plus intéressantes est d'ailleurs fournie. La connaissance du sol, son analyse et son entretien sont également examinés et mis en relation avec la gestion de la fertilisation.

Le deuxième chapitre aborde le thème essentiel de la protection des végétaux. Les produits disponibles sont retracés de façon complète, notamment au niveau des modes

d'action, des propriétés, des formulations et des conditions d'utilisation. A côté de la description de la biologie, des dégâts et des stratégies de lutte contre les différents ravageurs et maladies des vergers, de nombreuses photos offrent une aide utile à la détermination.

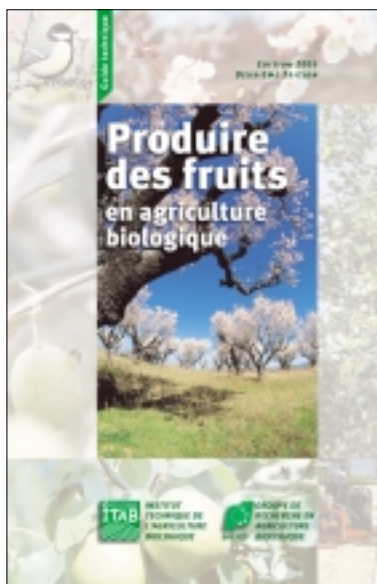
Le dernier volet approfondit le sujet par le biais des espèces cultivées. Toutes les espèces fruitières cultivées en Suisse y sont abordées. Outre les fruits à pépins et à noyau, l'accent est également mis sur les fruits oléagineux, sur le figuier, le kiwi et le raisin de table. Pour chaque espèce décrite, des informations précises sont apportées sur le matériel végétal, la conduite du verger, la protection sanitaire, ainsi que sur la récolte.

Très bien structuré, cet ouvrage est complété par des schémas instructifs et des tableaux très utiles, ainsi que par des références bibliographiques listées après chaque chapitre. La mise en page est particulièrement soignée avec l'utilisation des marges pour d'éventuelles photos ou des informations spécifiques sur le sujet traité. Les nombreux renvois, le glossaire et les trois index permettent de parvenir très rapidement et de façon intuitive à l'information souhaitée.

Loin de se limiter à des considérations théoriques sur l'importance d'un agro-écosystème ouvert, cet ouvrage est un véritable guide technique complet donnant des conseils très pratiques, ce qui en fait un ouvrage de référence indispensable pour tout producteur en arboriculture biologique. A signaler que dans la même série, un guide sur les baies en agriculture biologique a également été publié.

Danilo Christen

E-mail: danilo.christen@acw.admin.ch





Bordeaux 28-30 novembre 2006

Un monde d'échanges  
dans un monde qui change



YSA Cassard Lutge - Photo : Tim H. Leebore



Promosalons Suisse  
Tél. 044 291 09 22  
Fax 044 244 28 69  
switzerland@promosalons.com

**VINITECH**

[www.vinitech-bordeaux.com](http://www.vinitech-bordeaux.com)

SOLUTIONS POUR LA VIGNE, LES VINS ET LES SPIRITUEUX



***Entendez-  
vous pousser  
l'herbe?***

## ***Primo Maxx***®

**Pas avec Primo Maxx! Il réduit la croissance des graminées. Le gazon devient plus dense et plus vert; il résiste mieux à la sécheresse. En prime: nettement moins de travail de tonte. Pour gazons de sport et ornementaux.**

Maag Agro, 8157 Dielsdorf  
® = registered trademark