

## Différenciation analytique des vins élevés en fût de chêne et macérés avec des copeaux de chêne

S. BUTTICAZ et A. RAWYLER, Ecole d'ingénieurs de Changins, 1260 Nyon

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

### Résumé

Une méthode d'analyse a été conçue pour différencier les vins élevés en fût de chêne de ceux où ont macéré des copeaux de chêne. A cet effet, la composition en xylovolatils empyreumatiques de copeaux du commerce, de copeaux préparés en laboratoire et de copeaux de douelles bousinées a été analysée par GC-MS. Des macérations de ces différents types de copeaux ont été réalisées dans du vin rouge et blanc à la dose standard de 4 g/l, et leur composition en xylovolatils mesurée par GC-MS après trois et six semaines. Les profils aromatiques obtenus ont été comparés à ceux de vins élevés en fût de chêne. Ces deux groupes constituent une base de données de plus de 300 éléments. L'analyse en composantes principales des données permet de différencier clairement les vins de barrique des vins de copeaux. Cette différence est liée à l'impact inégal de la chauffe sur des pièces de bois d'épaisseur différente. Enfin, des vins en bouteille du commerce, issus de plusieurs cépages et origines, ainsi que des «cas spéciaux» ont été confrontés avec succès à cette base de données.

### Introduction

Avec l'émergence de nouveaux pays producteurs de vins et un cadre d'échanges toujours plus ouvert, les pratiques œnologiques sont en forte et constante évolution, la technologie y prenant toujours plus d'importance. L'œnologue doit produire des vins d'une qualité irréprochable d'un millésime à l'autre, tout en minimisant les coûts de production. Dans ce contexte, différentes alternatives à l'élevage en barrique sont apparues sur le marché, en particulier l'emploi de copeaux de chêne. Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007, la Suisse, s'alignant sur l'UE, autorise l'emploi de copeaux de chêne dans l'élaboration des vins. Une macération de copeaux dure environ un mois et coûte ~10 ct./l de vin. Un élevage en barrique dure six à douze mois, voire plus et coûte ~1.50 CHF/l de vin. Cette comparaison sommaire, mais réaliste, explique la tentation d'in-

diquer sur l'étiquette: «élevé en fût de chêne», alors que c'est le bois de chêne toasté qui a été ajouté au vin. Le «goût de bois» apprécié par le consommateur, l'aura de l'élevage en fût, la plus-value financière, la facilité de mise en œuvre,

les frais de vinification réduits, l'impossibilité de distinguer une macération de copeaux d'un élevage en barrique, tout cela peut inciter à placer le mot magique «barrique» sur l'étiquette.

L'analyse sensorielle ne permettant pas de distinguer un élevage en barrique d'une macération de copeaux de chêne toastés, il reste à savoir si l'analyse chimique s'y prête. Cette idée ne s'est pas imposée immédiatement. Quelques articles récents (Arapitsas *et al.*, 2004; Apetrei *et al.*, 2007; Del Alamo Sanza M., 2007; Frangipane *et al.*, 2007) mentionnent des essais en laboratoire allant dans ce sens, sans toutefois passer à l'étape de l'analyse des vins du commerce. Par ailleurs, des études de l'EIC, effectuées dans le cadre du projet «Grands Crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène», ont mis en évidence une variabilité remarquable du profil boisé des vins élevés en fûts de chêne d'origine différente (Auer *et al.*, 2006). Barthassat (2007) a montré que, à bois et chauffe similaires, le bousinage des douelles et la torrèfac-

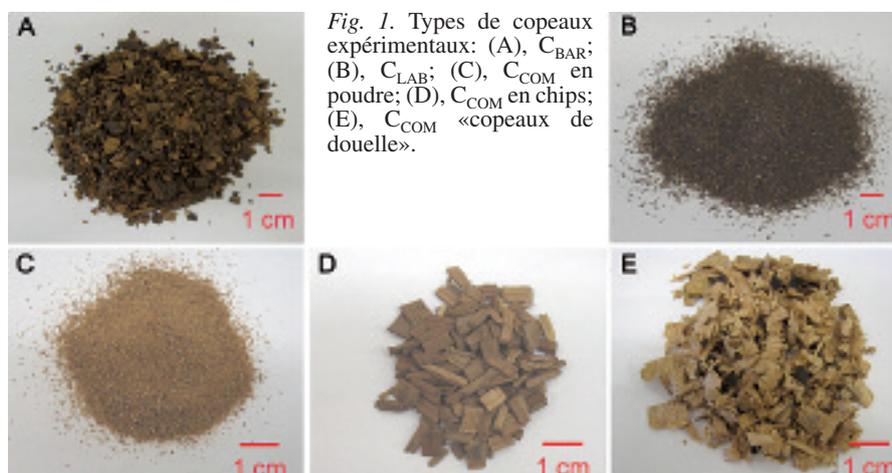


Fig. 1. Types de copeaux expérimentaux: (A), C<sub>BAR</sub>; (B), C<sub>LAB</sub>; (C), C<sub>COM</sub> en poudre; (D), C<sub>COM</sub> en chips; (E), C<sub>COM</sub> «copeaux de douelle».

tion des copeaux et poudres produisent deux profils volatils bien différenciés. Enfin, la chauffe n'engendre certainement pas le même profil de xylovolatils empyreumatiques dans une petite pièce de bois (copeau) que dans une douelle épaisse où règne un gradient de température. Tous ces éléments ont suggéré qu'une différenciation chimique entre vins de barrique et de copeaux était possible.

## Matériel et méthodes

### Copeaux

Les copeaux expérimentaux appartiennent à trois catégories (fig. 1):

- $C_{COM}$ : copeaux du commerce, achetés en France chez trois fournisseurs et livrés sous forme de poudres, de lamelles enroulées, de chips, de granulats (F1 et F2) et de «copeaux de douelles bousinées» (F3). Leur bois provient de différentes régions forestières (Tronçais, Allier, Jupilles, Couronne parisienne, etc.).
- $C_{LAB}$ : copeaux de laboratoire, rabotés sur place à partir de merrains secs de chêne suisse d'origine et d'espèce connues, puis chauffés 40 min jusqu'à ~240 °C avec un brassage régulier.
- $C_{BAR}$ : copeaux de barrique, rabotés sur des douelles de chêne suisse d'origine et d'espèce connues, et préalablement bousinées dans des conditions de tonnellerie (50 min,  $T_{max} = 240$  °C).

Les copeaux ont ensuite été broyés électriquement pour obtenir une granulométrie homogène, avant d'être utilisés pour analyse de leur contenu en xylovolatils ou pour les macérations en vin.

### Fûts de chêne

Les fûts ont tous été construits avec du chêne suisse d'origine et d'espèce connues, dans le cadre du projet «Grands Crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène», mené par l'École d'ingénieurs de Changins entre 2002 et 2005 (Auer *et al.*, 2006).

### Macération de copeaux

Les trois types de copeaux ont été macérés dans un vin blanc (Chasselas) et dans un vin rouge (50% Merlot italien + 50% «Montagne»), à raison de 4 g/l, pendant trois et six semaines à l'obscurité et à 18-22 °C.

### Vins élevés en fût de chêne

Les vins étaient du Chardonnay et du Pinot noir, élevés sous bois dans le cadre du projet ci-dessus. Leurs profils boisés ont été relevés après six et onze mois d'élevage sous bois, puis après un et deux ans de bouteille.

## Vins du commerce

Achetés chez différents fournisseurs locaux, les vins blancs et rouges du commerce (Cabernet sauvignon, Malbec, Merlot, Pinotage, Pinot noir, Syrah, Chardonnay) étaient des millésimes 2002 à 2006, et provenaient avant tout de pays du «Nouveau Monde» (Afrique du Sud, Argentine, Australie, Chili, États-Unis, Uruguay). Ces vins ont été choisis en fonction des indications du producteur figurant sur l'étiquette, la contre-étiquette ou encore sur leur site Internet. Quelques vins étaient clairement déclarés comme ayant subi une infusion de copeaux. Pour les autres, c'est l'absence ou l'ambiguïté de l'information sur l'origine des notes boisées, liée à un prix relativement bas (< 10 CHF), qui ont déterminé leur choix.

### Choix des variables

Une sélection adéquate de variables (composés xylovolatils) est nécessaire pour pouvoir mettre en évidence une éventuelle différenciation entre bois et entre vins. Les xylovolatils endogènes ne peuvent en aucun cas remplir ce rôle: ils procèdent d'une variabilité naturelle (Snackers *et al.*, 2000) et n'ont pas de relation directe avec la chauffe. C'est aux xylovolatils empyreumatiques qu'échoit donc ce rôle, sans distinction de pouvoir aromatique.

### Extraction des xylovolatils des bois et des vins

Les copeaux (~1 g), sous forme de poudre homogène, sont extraits à l'acétone en présence d'un standard interne (50 µg de 3,4-diméthylphénol). L'extrait filtré est concentré par évaporation ménagée, puis partitionné entre le diéthyléther et une solution saline. La phase organique contenant les xylovolatils est lavée, séchée sur  $Na_2SO_4$  anhydre et concentrée, puis analysée par GC-MS.

Les xylovolatils des macérations et des vins sont extraits à partir de 7,5 ml de vin filtré. Après dissolution de 1,5 g NaCl et addition

du standard interne (50 µg de 3,4-diméthylphénol) dans le vin, celui-ci subit une triple extraction au dichlorométhane. La phase organique est lavée, séchée sur  $Na_2SO_4$  anhydre, concentrée et analysée par GC-MS (Rawlyer *et al.*, 2006).

### Analyse des xylovolatils par GC-MS

Les composés sont injectés dans un chromatographe AutoSystem XL couplé à un spectromètre de masse TurboMass Gold (software TurboMass Version 5.2) de Perkin-Elmer. Les composés sont séparés sur une colonne capillaire Perkin-Elmer XLB Elite (apolaire, «low bleed») de 30 m × 0,25 mm ID × 0,5 µm. L'injecteur PSS suit le programme [150 °C (0,5 min), puis chauffage balistique jusqu'à 300 °C (3,6 min), puis retour à 90 °C] en mode splitless dès -0,5 min, puis en mode split à 75 ml/min dès 3,6 min et 50 ml/min dès 3,9 min. Le four suit le programme [60 °C (5 min), puis 5 °C/min jusqu'à 250 °C (0 min), puis 10 °C/min jusqu'à 300 °C (12 min)] pour un temps total de 60 min. Le flux de gaz vecteur (He) suit le programme [1,2 ml/min (43 min), puis augmentation de 1 ml/min par minute, puis 2,4 ml/min (15,8 min)]. Les substances sont identifiées par comparaison avec des substances de référence et/ou par leurs spectres MS, à l'aide de la librairie de spectres de masse NIST 05 (version 2.0).

### Traitement statistique des données

Les données brutes ont été traitées par l'analyse en composantes principales (ACP) à l'aide du programme PAST (Hammer *et al.*, 2001).

### Table d'identification

Pour simplifier, les xylovolatils sont identifiés par leur numéro correspondant pour toutes les analyses en composantes principales présentées ici (tabl. 1).

**Tableau 1. Code d'identification des composants xylovolatils utilisés dans les analyses en composantes principales.**

Chiffre	Xylovolatil
1	2-furaldéhyde
4	5-méthylfuraldéhyde
10	2-méthoxyphénol (= gäïacol)
18	2,6-diméthoxyphénol
19	eugénol
20	vanilline
21	isoeugénol
22	acétovanillone
22 bis	1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-propanone
25	syringaldéhyde
28	désaspidinol

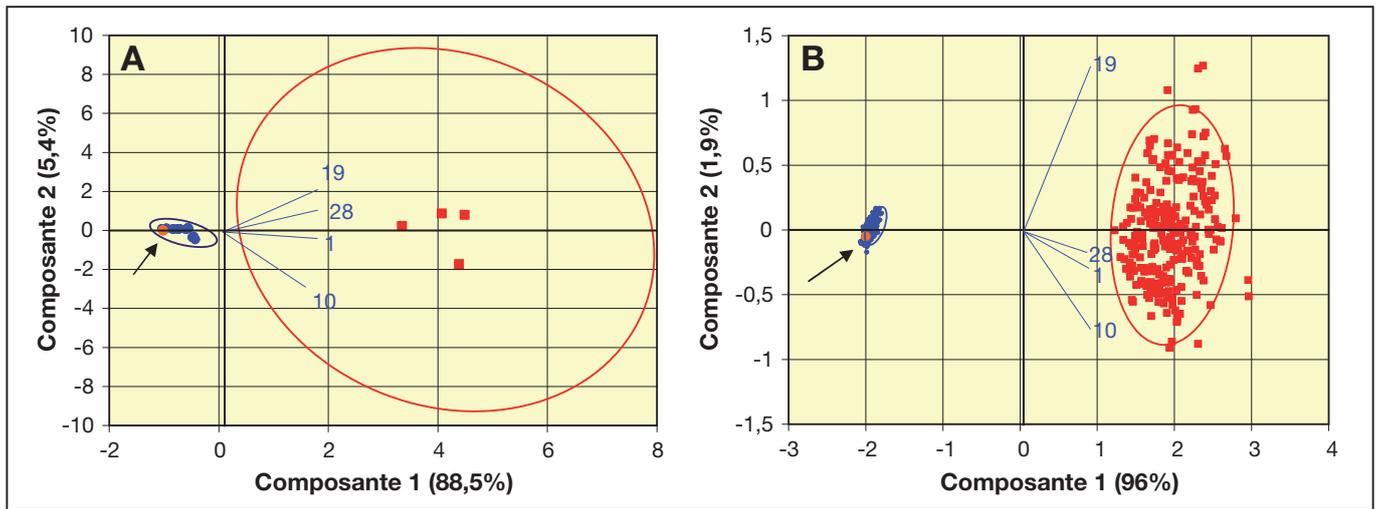


Fig. 2. Comparaison par ACP des compositions en xylovolatils des bois de copeaux ( $C_{LAB}$ ;  $C_{COM}$  de F1 et F2) (●) et de  $C_{BAR}$  (■). La flèche indique le positionnement de «copeaux de douelles» de F3. (A), données originales; (B), données originales après un rééchantillonnage de 250 tirages.

## Résultats et discussion

### Analyses des bois

Outre les barriques, ce travail s'est limité à l'étude des morceaux de bois de petite taille (copeaux de chêne ou *oak chips*), qui sont les plus utilisés (fig.1). Pour vérifier l'incidence du mode de chauffe des copeaux d'un même bois sur leur composition en xylovolatils, des copeaux de barrique ont été rabotés sur des douelles préalablement bousinées

( $C_{BAR}$ ; fig.1A), alors que des douelles du même bois ont été rabotées avant d'en soumettre les copeaux à une chauffe de même durée et intensité ( $C_{LAB}$ ; fig.1B). Les teneurs en xylovolatils des  $C_{LAB}$  ne se différencient pas statistiquement des teneurs des copeaux du commerce ( $C_{COM}$ ; fig.1C, D et E); les deux variantes sont groupées ici sous le nom de «copeaux». En revanche, les  $C_{BAR}$  se distinguent clairement des copeaux par leur composition en xylovolatils (fig. 2A). Le nombre relativement fai-

ble de données a donné lieu à un rééchantillonnage, qui a confirmé cette distinction (fig. 2B). L'épaisseur de la pièce de bois chauffée semble être à l'origine des différences observées. En effet, soumise à une source de chaleur unilatérale, une douelle épaisse de 30 mm (fig. 3A) subit un gradient de température dégressif de ~5-6 °C/mm. En revanche, vu leur petit format, les copeaux atteignent rapidement la température de leur environnement et sont chauffés «à cœur» (fig. 3B). Leur grande

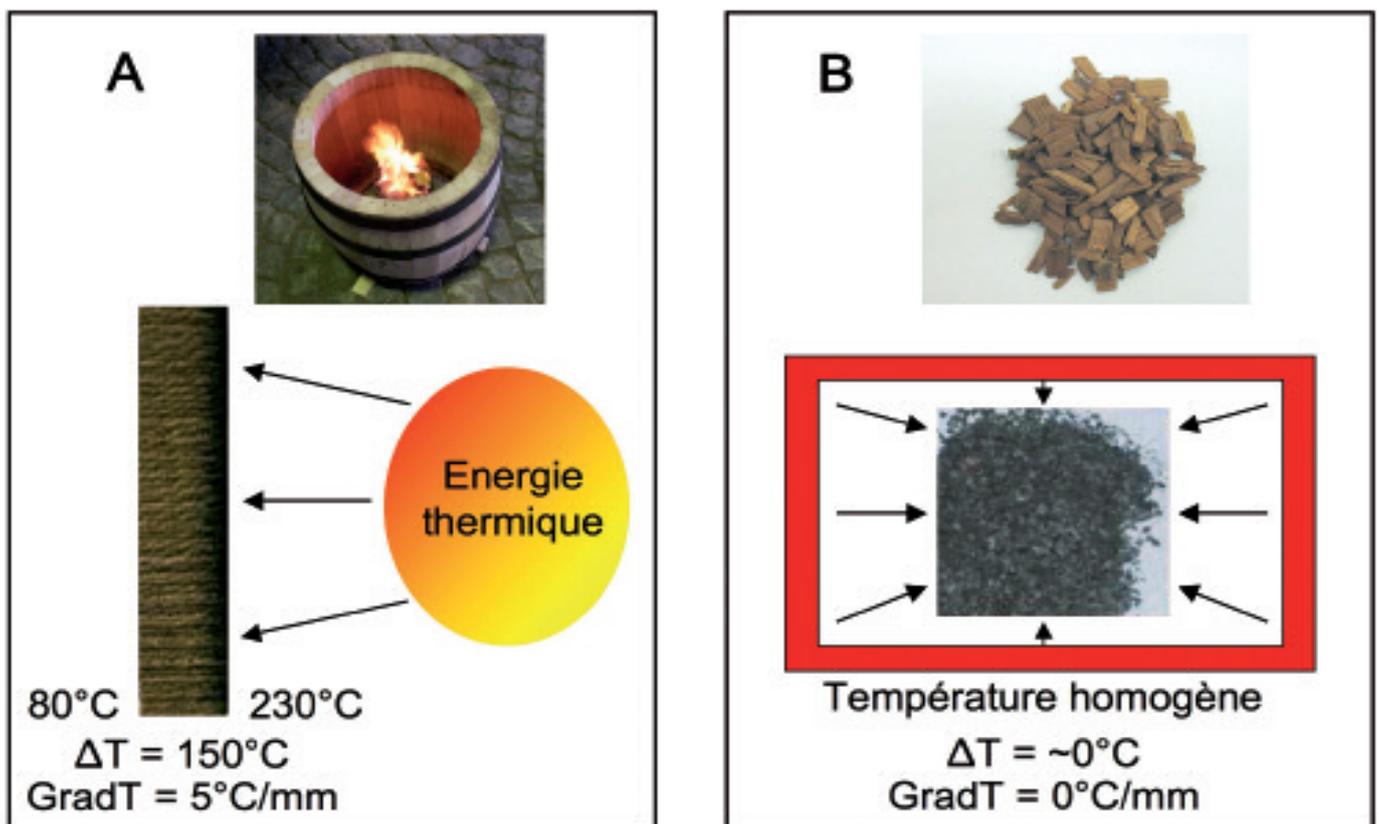


Fig. 3. Impact inégal de la chauffe de pièces de bois de forte (douelles de barrique, A) ou faible épaisseur (copeaux, B).

surface spécifique provoque alors une importante évaporation qui affecte préférentiellement les xylovolatils à bas point d'ébullition (comme le furfural). Dans les douelles, l'instauration d'un gradient thermique limite cette évaporation. L'altération de la composition relative en xylovolatils des copeaux est bien mise en évidence par l'ACP (fig. 2).

## Analyse des macérations de copeaux et des vins élevés en fût de chêne

C'est sur ce comportement différencié des bois d'épaisseurs diverses envers la chauffe que se fonde notre méthode de différenciation des vins de barrique et de copeaux, stipulant que les différences de profil empyreumatique observées dans les bois doivent aussi se manifester dans les macérations et dans les vins. La bonne discrimination obtenue entre

les macérations de copeaux et de  $C_{BAR}$  est illustrée à la figure 4. Cette ACP, qui s'appuie notamment sur les mêmes composés que l'ACP des bois (fig. 2), confirme donc en vin ce qui a été constaté pour les bois.

### Base de données

La disponibilité de nombreux vins rouges et blancs élevés en barrique du projet «Grands Crus» et de nombreuses macérations de copeaux en vins rouges et blancs préparées en laboratoire a permis de constituer une base de données «certifiées».

#### Macérations de $C_{BAR}$ et vins élevés en barrique

Avec un même mode de chauffe pratiqué sur bois de mêmes origine et espèce, les macérations de  $C_{BAR}$  peuvent toutefois être discriminées des vins de barrique à six et onze mois d'élevage, qu'ils soient rouges (fig. 5A) ou blancs

(fig. 5B). Le critère déterminant semble donc être la quantité de bois en contact avec le vin. En effet, un fût dont les fonds ne sont pas chauffés met environ 1,6 m<sup>2</sup> de bois bousiné en contact avec le vin, celui-ci pénétrant celui-là sur 4 mm en moyenne, ce qui représente un volume de 6400 cm<sup>3</sup> de bois pénétré par le vin. La densité du bois de chêne bousiné étant de 0,6 g/cm<sup>3</sup>, 3,84 kg de bois bousiné sont ainsi en contact avec le vin. Celui-ci étant renouvelé en permanence, 225 l sont en contact avec ce bois, ce qui correspond à environ 17 g/l de vin. Le réservoir de xylovolatils est ainsi nettement plus important que dans une macération de copeaux à 4 g/l de vin, quel que soit le mode de chauffe auquel ils ont été soumis.

Faire macérer 17 g/l de  $C_{BAR}$  n'est pas réalisable: pour boiser une cuve de 10 000 litres, il faudrait 170 kg de copeaux! La différence fondamentale réside dans la surface de contact offerte par la barrique, soit 1,6 m<sup>2</sup> sans les fonds non chauffés (et environ 2,1 m<sup>2</sup> avec ceux-ci) pour 3,84 kg de bois contre environ 4 m<sup>2</sup> pour des copeaux de 1 \* 0,5 \* 0,1 cm, dosés à 4 g/l, et 9 m<sup>2</sup> pour des granulats de 0,1 cm de diamètre. Avec ce dosage usuel, la surface de contact est donc déjà très importante entre copeaux (ou poudre) et vin, réduisant nettement la durée de macération par rapport à l'élevage en barrique. Avec 17 g/l de copeaux (ou de poudre) pour 225 l, il faut faire macérer 3,84 kg de copeaux (ou de poudre) au lieu des 900 g usuels (225 l \* 4 g/l). La surface de contact passe de 1,6 m<sup>2</sup> pour la barrique à 19,5 m<sup>2</sup> (copeaux) ou 45 m<sup>2</sup> (poudres). Le passage du caractère boisé dans le vin risquerait d'être bru-

Fig. 4. Comparaison par ACP entre macérations de copeaux et de  $C_{BAR}$ : (◆) copeaux; (■)  $C_{BAR}$ ; (▲) vins témoins.

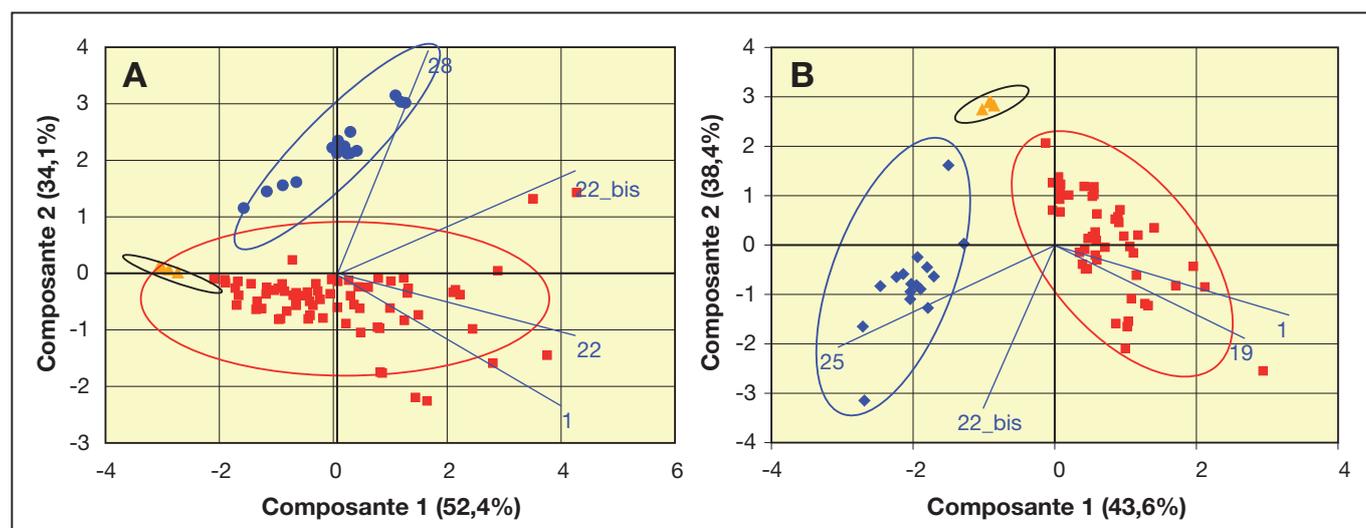
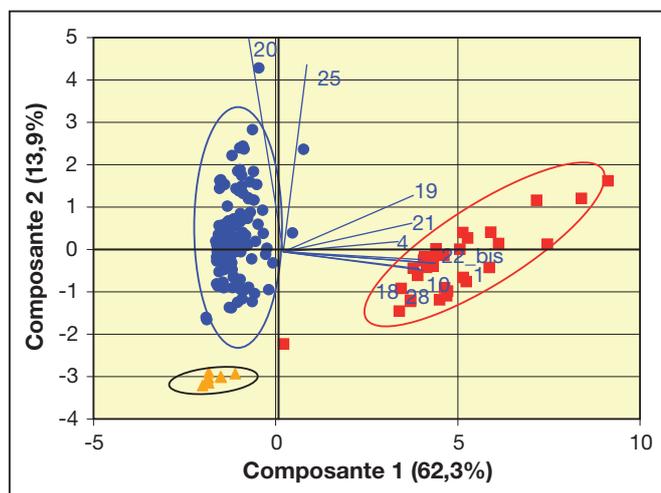


Fig. 5. Comparaison par ACP des vins du projet «Grands Crus suisses» (six et douze mois d'élevage confondus) aux macérations de  $C_{BAR}$  (trois et six semaines de macération confondues); (A), (■) vins rouges du projet «Grands Crus suisse» à six et douze mois d'élevage; (◆) macérations de trois et six semaines en vin rouge de  $C_{BAR}$ ; (▲) vins témoins; (B), (■) vins blancs du projet «Grands Crus suisses» à six et douze mois d'élevage; (◆) macérations de trois et six semaines en vin blanc de  $C_{BAR}$ ; (▲) vins témoins.

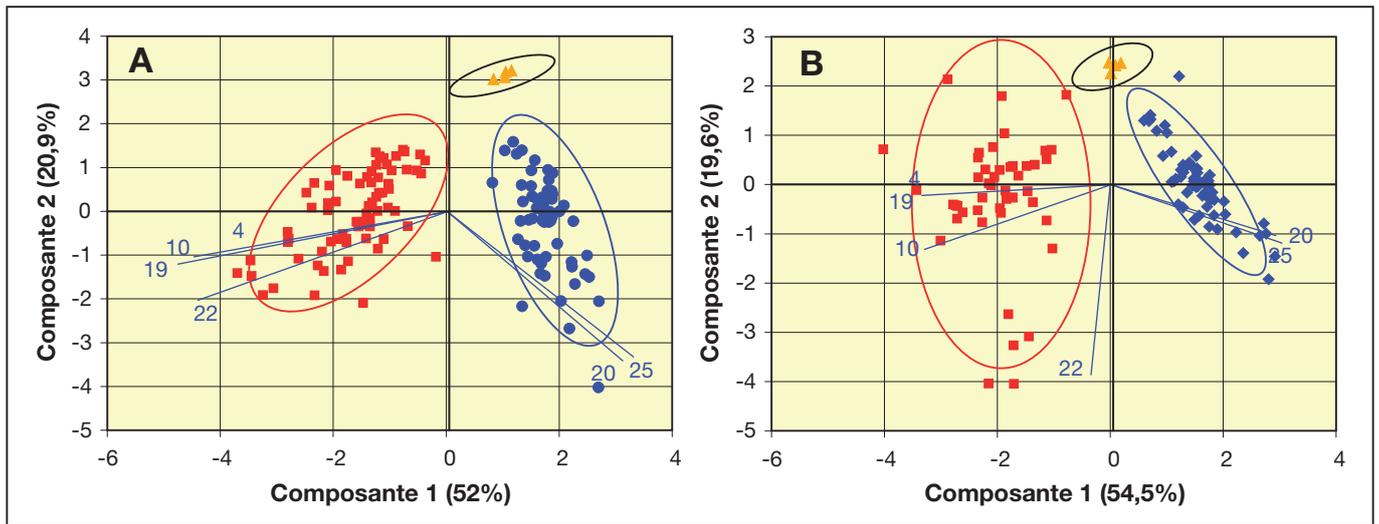


Fig. 6. Comparaison par ACP entre copeaux et barriques; (A), (■) vins rouges du projet «Grands Crus suisses» à six et douze mois d'élevage; (◆) macérations de vin rouge avec copeaux de trois et six semaines; (▲) vins témoins rouges; (B), (■) vins blancs du projet «Grands Crus suisses» à six et douze mois d'élevage; (◆) macérations de vin blanc avec copeaux de trois et six semaines; (▲) vins témoins blancs.

tal et très difficile à gérer, se traduisant par un caractère boisé grossier et excessif, difficilement atténuable par la micro-oxygénation.

#### Macérations de copeaux et vins élevés en barrique

Dans cette série d'analyses, les copeaux du commerce représentent 75% et les  $C_{LAB}$  25% du matériel global. A nouveau, les vins de copeaux se différencient parfaitement des vins de barrique, quel que soit le type de vinification, rouge (fig. 6A) ou blanc (fig. 6B). Le groupe «copeaux» est caractérisé par la vanilline et le syringaldéhyde, alors que le groupe «barrique» l'est surtout par le 5-méthylfuraldéhyde, le gaïacol et l'eugénol.

Ces deux groupes comprennent 324 éléments, répartis en 152 éléments «copeaux», 37 éléments  $C_{BAR}$  et 135 éléments «fût de chêne». C'est à cette base de données que les vins du commerce ont été confrontés.

### Analyse des vins du commerce

La concentration en xylovolatils évolue non seulement durant l'élevage ou la macération mais aussi durant le vieillissement du vin en bouteille (Butticaz, 2007), d'où la nécessité de comparer les vins au même stade d'évolution.

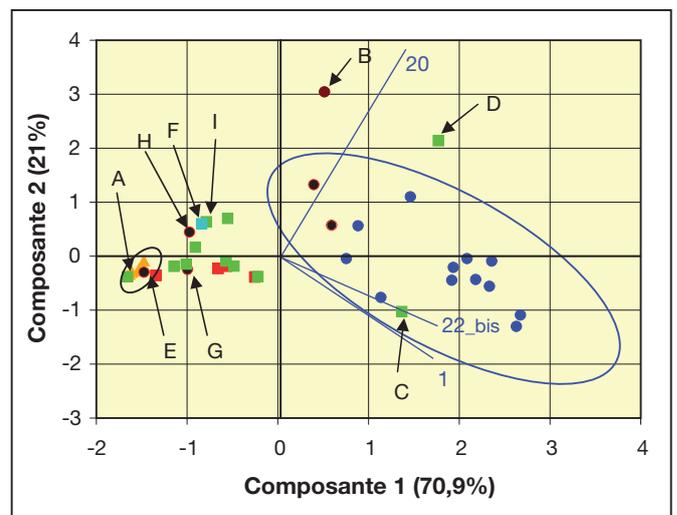
Des vins élevés en fûts de chêne ayant un et deux ans de bouteille ont été extraits de notre base de données, afin de se rapprocher au mieux des vins du commerce étudiés (fig. 7). Puis le positionnement sur le graphe ACP des vins dont l'origine du caractère boisé était connue a été examiné. Tout d'abord, on constate que les vins déclarés comme ayant macéré avec des copeaux ne

viennent pas se placer dans le groupe des vins élevés sous bois issu du projet «Grands Crus», mais entre ceux-ci et les vins témoins (fig. 7). Ensuite, il ressort que le vin élevé en barrique partiellement usagée (B) (trois vins) ne se place ni parmi les vins du projet ni parmi les vins annoncés comme ayant macéré avec des copeaux. C'est la vanilline qui le caractérise, contrairement aux vins du projet, marqués par le furfural et le 1-(4-hydroxy-3-méthoxyphényl)-2-propanone. Cela pourrait traduire l'épuisement préférentiel du bois en furfural, hautement soluble dans le vin. Il en résulte un profil empyreumatique distinct de celui des barriques neuves, sans pour autant que cela gêne la discrimination entre un vin élevé dans une barrique en fin de cycle (trois vins) et un vin macéré avec des copeaux.

Le vin (F) a été élevé dans une barrique très usagée (> sept vins) et conjugué à une macération de copeaux (fig. 7), où il est probable que la barrique ne procure pratiquement plus de xylovolatils au vin et se comporte comme un simple récipient. Par contre, la macération de copeaux exclut de placer ce vin parmi les vins de référence «fût de chêne».

Parmi les vins annoncés comme étant élevés en barrique, seuls deux se positionnent dans l'ellipse des vins de référence «fût de chêne». Parmi ceux situés à l'extérieur de cette ellipse, il s'en trouve un (E) très proche des vins témoins, annoncé comme élevé durant quatre mois en barrique. Les vins de référence «fût de chêne» ont aussi été analysés en cours d'élevage (entre quatre et six mois) et leur positionne-

Fig. 7. Comparai- ▷ son par ACP des vins du projet «Grands Crus suisses» en bouteilles (rouges et blancs confondus) avec différents vins du commerce et les vins témoins; (◆) vins en bouteilles du projet «Grands Crus suisses», millésimes 2003 et 2004; (▲) vins témoins; (■) vins du commerce sans indication ou indication imprécise sur l'origine du caractère boisé; (●) vins du commerce avec indication «élevé en fûts de chêne» ou «barrel select»; (◆) vin en bouteilles élevé onze mois en barrique partiellement usagée (troisième vin); (■) vin élevé dans une barrique usagée (plus de sept vins) avec macération de copeaux; (■) vins du commerce annoncés comme ayant été macérés avec des copeaux. Les lettres majuscules renvoient au texte.



ment a peu différé de celui des vins ayant onze mois de barrique (Butticaz, 2007). Ce vin (E), décrit comme ayant «une fine note de chêne», est du millésime 2004, tout comme une partie des vins de référence «fût de chêne» présentés dans la figure 7. A durée de vieillissement en bouteille pratiquement identique, il est donc surprenant de le voir se comporter comme un vin témoin!

Parmi les deux vins annoncés comme élevés en barrique et situés hors de l'ellipse des vins de référence (fig. 7) se trouve un autre vin du millésime 2004 (G), élevé durant neuf mois en barrique selon le producteur. Le vin (H) a été mis en bouteille en Suisse par l'importateur et porte sur son étiquette l'indication «barrel select». Leur position hors de l'ellipse des vins de référence est à nouveau incohérente.

Parmi les vins dont l'origine du caractère boisé n'est pas connue (C, D) ou floue (A, I), un (C) se situe parmi les vins de référence. Ce «super» toscan est du millésime 2001. Ce positionnement indique clairement un élevage en barrique. Son boisage d'origine a dû être important, puis le vieillissement en bouteille entraîne une diminution des teneurs en xylovolatils et une altération du profil empyreumatique du vin (Butticaz, 2007). Passé un certain nombre d'années, il semble toutefois de plus en plus difficile de déterminer l'origine du caractère boisé d'un vin.

Le vin (D), situé au-delà du groupe des vins de référence, est un Cabernet sauvignon de Californie. Vu son positionnement, il est fort probable qu'il ait été élevé en barrique. Deux hypothèses peuvent expliquer sa position particulière: ce vin peut avoir été élevé dans une barrique construite avec du chêne blanc américain (*Q. alba*) qui confère des profils aromatiques distincts (Cadahia *et al.*, 2001) de ceux des chênes sessiles et pédonculés employés dans le cadre du projet «Grands Crus». Ensuite, la barrique utilisée possédait peut-être des fonds chauffés, pratique courante dans le monde vinicole des USA. Ces deux hypothèses ne s'excluent pas mutuellement.

Enfin, des deux vins dont le caractère boisé est d'origine floue, le vin (A) du millésime 2006 situé parmi les vins témoins est défini comme ayant une note subtile de chêne (*subtle hint of oak*). La description du vin australien (I), en anglais «with a firm finish and oak throughout», devient en allemand «im Eichenholz ausgebaut» et en français «élevé en fût de chêne», ce qui est bien différent! Ces exemples illustrent le réel risque de dérive qu'un marketing peu scrupuleux fait déjà courir aux produits issus des épousailles de la vigne et du chêne.

## Conclusions

- ❑ La discrimination entre vins de copeaux commerciaux, vins de copeaux de douelles bousinées et vins élevés en fût de chêne est possible grâce à l'analyse des xylovolatils empyreumatiques par GC-MS et au traitement statistique par l'analyse en composantes principales. Ces approches permettent de lever les ambiguïtés sur l'origine du caractère boisé des vins. Elles devraient également limiter les fraudes et favoriser un marché plus transparent.
- ❑ Le profil empyreumatique d'un morceau de bois bousiné ne dépend pas que des conditions de chauffe (durée, intensité), mais également de son épaisseur.
- ❑ Malgré l'appauvrissement préférentiel en dérivés furfuryl qui s'opère dans les barriques partiellement usagées (trois vins), les vins qui y sont élevés semblent pouvoir être différenciés des vins de copeaux. Toutefois, ces différences pourraient s'amenuiser après chaque passage de vin.
- ❑ Même si l'intensité du boisage d'un vin élevé en fût de chêne diminue avec le temps, un vieillissement en bouteille jusqu'à quatre ans n'empêche pas de le différencier des vins de copeaux.

## Remerciements

Les auteurs remercient le Dr Claude Corvi pour son intérêt et sa fonction d'expert externe du travail de diplôme qui a servi de base à cet article.

## Bibliographie

- Apetrei C., Apetrei I. M., Nevares I., Del Alamo M., Parra V., Rodriguez-Mendez M. L. & De Saja J. A., 2007. Using an e-tongue based on voltammetric electrodes to discriminate among red wines aged in oak barrels or aged using alternative methods. Correlation between electrochemical signals and analytical parameters. *Electrochimica Acta* **52**, 2588-2594.
- Arapitsas P., Antonopoulos A., Stefanou E. & Dourtoglou V. G., 2004. Artificial aging of wines using oak chips. *Food Chemistry* **86**, 563-570.
- Auer J., Rawlyer A., & Dumont-Béboux N., 2006. Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (6), 379-386.
- Barthassat F., 2007. Douelles et copeaux: étude organoleptique et par «nez électronique» de copeaux issus de douelles bousinées et de copeaux d'aromatation. *Objectif* **66**, mars 2007, 19-23.
- Butticaz S., 2007. Etude du profil des composés (semi)volatils issus des copeaux de chêne («oak chips») du commerce. Travail de diplôme HES 03-06, Ecole d'ingénieurs de Changins, Nyon, Suisse, 82 p.
- Cadahia E., Munoz L., Fernandez de Simon B. & Garcia-Vallejo M. C., 2001. Changes in low molecular weight phenolic compounds in Spanish, French, and American oak woods during natural seasoning and toasting. *J. Agric. Food. Chem.* **49**, 1790-1798.
- 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.
- Del Alamo Sanza M., 2007. Effet des techniques de vieillissement accéléré dans la composition phénolique des vins rouges. *Revue des Œnologues et des Techniques vitivinicoles et œnologiques* **122**, 21-26.
- Frangipane M. T., De Santis D. & Ceccarelli A., 2007. Influence of oak woods of different geographical origins on quality of wines aged in barriques and using oak chips. *Food Chemistry* **103**, 46-54.
- Hammer Ø., Harper D. A. T. & Ryan P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4** (1), 9 p.
- Rawlyer A., Auer J. & Dumont-Béboux N., 2006. Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie. *Rev. suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **38** (3), 151-158.
- 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.

## Riassunto

### Differenziazione analitica fra vini allevati in botti di quercia e vini trattati con trucioli di quercia

Un metodo analitico è stato creato per differenziare i vini allevati in botti di quercia dei vini macerati insieme a trucioli di quercia. A questo effetto, la composizione in sostanze volatili empyreumatiche di alcuni trucioli del commercio, di trucioli preparati in laboratorio e di trucioli di doghe tostate è stato analizzata con GC-MS. Macerazioni di questi differenti trucioli sono state realizzate in vino rosso e bianco durante 3 e 6 settimane con la dose standard di 4 g/l, e la loro composizione in sostanze volatili empyreumatiche è stata misurata con GC-MS. I profili aromatici di queste macerazioni sono stati paragonati a quelli di vini elevati in botti di quercia. Questi due gruppi costituiscono una banca dati di più di 300 elementi. L'analisi in componenti principali dei dati permette di concludere ad una chiara differenziazione tra i vini in botte ed i vini di trucioli. Questa differenza tra i profili empyreumatici è attribuibile all'impatto impari della tostatura su dei pezzi di legno di spessore differente. Infine, dei vini in bottiglia del commercio, di vitigni ed origini diverse, come pure alcuni «casi speciali» sono stati confrontati con successo a questa banca dati.

## Zusammenfassung

### Analytische Unterscheidung zwischen in Eichenholzbarrique ausgebauten Weinen und mit Eichenspänen behandelten Weinen

Eine analytische Methode ist beschrieben, um Barrique- von Eichenspäneweinen zu unterscheiden. Zu diesem Zweck war die Zusammensetzung der empyreumatischen flüchtigen Substanzen in kommerziellen Spänen, Labor vorbereiteten Spänen und aus erhitzten Dauben Spänen durch GC-MS analysiert. Diese verschiedenen Profile dieser Mazerationen waren mit denjenigen von Barriqueweinen verglichen. Diese zwei Gruppen bilden jetzt eine Datenbank von über 300 Elementen. Eine Hauptkomponenten-Analyse der Daten zeigt eine klare Unterscheidung zwischen Barrique- und Spänenweinen. Der ungleiche Aufschlag der Erhitzung auf Holzstücken unterschiedlicher Dicke ist für diesen Unterschied zwischen empyreumatischen Profilen verantwortlich. Schliesslich waren verstopfte Weine des Handels aus mehreren Rebsorten und Ursprüngen sowie einige «besonderen Fälle» erfolgreich zu dieser Datenbasis gegenübergestellt.

## Summary

### Analytical discrimination between oaked wines and wines raised in oak barrels

An analytical tool was built up to discriminate «wine in wood» from «wood in wine» practices. To this end, the pattern of empyreumatic xylovolatiles was studied by GC-MS in several commercial oak chips, laboratory oak chips and shavings from toasted staves. Red and white wines have been supplemented with these materials at 4 g/l, and their empyreumatic pattern measured after 3 to 6 weeks. The aromatic profiles of these wines were compared to those of wines raised in new oak barrels for up to 11 months, both groups forming a databank of more than 300 elements.

Principal component analysis of raw data shows that wines in oak barrels are clearly discriminated from oak chip-treated wines. This difference in empyreumatic profiles proceeds from uneven impact of toasting on wood pieces of various thickness.

Finally, bottled wines from different grape varieties and origins, were successfully confronted to the databank as well as a few «special cases».

**Key words:** discrimination, oak, wine in wood, wood in wine, empyreumatic xylovolatiles, databank, principal component, analysis.

## Pépinières viticoles



# FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés  
pour vous satisfaire !

Ch. de LA PRA 17 1170 Aubonne

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

# Lutte par confusion

en Viticulture et Arboriculture



## Isomate® und Isonet®

Plus de 10 années d'expérience  
et de savoir-faire



Visitez-nous à l'Agrovina, stand 1607, halle 1



Andermatt  
**Biocontrol**

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

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



**Le professionnel à votre service**  
**Pépinières viticoles J.-J. Dutruy & Fils**  
*Un savoir-faire de qualité*

Plantation à la machine • Alignement au laser • Production de porte-greffes certifiés • Nouveaux clones  
 Jean-Jacques DUTRUY & Fils à FOUNEX-Village VD • Tél. 022 776 54 02 • E-mail: dutruy@latreille.ch



**Landini**  
**MISTRAL 40 45 50 55**

AGROVINA  
Stand 1404

- Petit de dimension, mais géant de performance
- Extrême maniabilité – Grande fiabilité
- Transmission synchro 16/16 avec inverseur et super-rampantes

Samuel Stauffer & Cie 1607 Les Thioleyres  
 Tél. 021 908 06 00 Tél. 021 908 06 01  
 www.stauffer-cie.ch info@stauffer-cie.ch

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  
 www.bouchons.ch

**Analysez vous-mêmes vos vins!**

Pour déterminer simplement et rapidement:

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

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

**HÜGLI**  
LABORTEC

**SGG GmbH**  
 Land- und Kommunaltechnik

Tösstalstrasse 136 • 8493 Saland • Tél. 052 397 16 00 • Fax 052 397 16 01  
 info@sgg-gmbh.ch, [www.sgg-gmbh.ch](http://www.sgg-gmbh.ch)

**Vangatrici, Aeroking et Trivelle bêcheuses, décompacteurs et tarières pour vignobles**

- ✓ bêcheuses, largeurs de travail de 0.90 - 2.00 m
- ✓ décompacteurs 1.00 - 1.90 m
- ✓ tarières de 15 - 100 cm de diamètres
- ✓ travail du sol dans des conditions difficiles
- ✓ pelle pour des sols pierreux et sablonneux

**Visitez-nous chez Agrovina à Martigny du 22 au 25 janvier 2008**





# GIGANDET SA 1853 YVORNE

Atelier mécanique

Tél. 024 466 13 83

Machines viticoles, vinicoles et agricoles

Fax 024 466 43 41

**Votre spécialiste BUCHER-VASLIN depuis plus de 35 ans**

**VENTE  
SERVICE  
RÉPARATION  
RÉVISION**

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



**Pressoirs  
Pompes  
Egrappoirs  
Fouloirs**

**BUCHER  
vaslin**

**Réception  
pour  
vendange**



## L'ère du froid.



Frialp SA est une entreprise toujours à l'écoute de sa clientèle. Nos professionnels sont à votre service pour réaliser et assurer la maintenance de toute installation de gestion de température dans les cuveries, les stocks, les concentrateurs, etc. Des produits de qualité, un service rapide, un constant souci de maîtrise des coûts, le respect des normes écologiques: tel est le credo de Frialp SA. Contactez-nous sans engagement, où que vous soyez...



Gestion de la température des cuves



**FRIALP<sup>sa</sup>**

REFRIGERATION - CLIMATISATION

Présent à Agrovina: stand 2207

Halle Agora · Rte de Chandoline 25b · CP 569 · 1951 Sion  
T. 027 203 61 00 · F 027 203 48 58  
Ch. de la Forêt 10 · 1024 Ecublens · T. 021 601 61 00  
www.frialp.ch · info@frialp.ch

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



# PÉPINIÈRES VITICOLES CLAUDE & JACQUES LAPALUD

**PLANTATION À LA MACHINE**

**1163 ÉTOY**

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

**la** Solutions for wine making  
**LAMOTHE-ABIET**  
Le partenaire de votre objectif produit

novozymes  
Unlocking the magic of nature

PALL  
STRABEK

Recherche

Service

Réactivité

Maîtrise de la vinification

Solutions élevage et filtration

Qualité dans les procédés

**Lamothe-Abiet** développe des produits, des services et des technologies pour accompagner le vin du raisin à la bouteille.

SA, Agence - avenue Pichard 26 (Genève) - tél. 021 808 76 91 / fax. 021 808 78 40 / www.lamothe-abiet.com

**Importateur et distributeur pour la Suisse:**

**SCHNEIDER UMWELTECHNIK AG**  
Im Hölzli 26 / 8405 Winterthur  
Tel.: +41 (0)52 235 24 24  
E-Mail : info@sut.ch

**AGROVINA 2008  
STAND 2311**

**Représentant pour la Suisse romande :**

**JEAN PAUL GAUD SA**  
Rue Antoine Jolivet 7 / 1211 Genève 26  
Tel.: +41 (0)22 343 79 42  
E-Mail : gaudbouchon@bluewin.ch

**la** Solutions for wine making  
**LAMOTHE-ABIET**  
Le partenaire de votre objectif produit

www.lamothe-abiet.com

**BOUCHONS Schittler**

**FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ**

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

- BOUCHONS EN LIÈGE
- CAPSULE À VIS VINIVIS
- BOUCHONS SYNTHÉTIQUES NOCORK-E
- BOUCHONS À TÊTE NOCORK SPIRIT®
- TIRE-BOUCHONS PULLPARROT

CONSULTEZ LE SITE  
[WWW.SWISSCORK.CH](http://WWW.SWISSCORK.CH)

# CAVA-TEC

OENOLOGISCHE DIENSTLEISTUNGEN

**AGROVINA: 22-25 janvier 2008 Stand N° 1406**

- ⇒ Osmose inverse (vente et service)
- ⇒ Cross-Flow filtration céramique (cérinox de Filtrox)
- ⇒ Vente de machines de cave (Maison KTM-TROXLER)
- ⇒ Service vins mousseux traditionnels ou gazéifiés

CAVA-TEC GMBH, Kurt Nussbaumer / Roland Lienhard  
Werbhollenstrasse 52 • 4143 Dornach • [www.cava-tec.com](http://www.cava-tec.com)  
Tél. 061 701 17 17 – Fax 061 701 99 82