



**Ecole d'ingénieurs de Changins**

**Conférence de presse  
du 24 avril 2007**

**Hes-SO**  
Haute Ecole Spécialisée  
de Suisse occidentale  
Fachhochschule Westschweiz  
University of Applied Sciences  
Western Switzerland

**Dossier de presse**

**Vinification avec copeaux de chêne ou élevage en barrique :  
peut-on faire la différence ?**

**Le chêne et l'homme dans l'histoire**

**Le chêne de tonnellerie**

**La construction et la chauffe des fûts de chêne**

**Une nouvelle pratique œnologique : l'usage de copeaux de chêne**

**Les coûts d'élevage en barrique et en présence de copeaux**

**Y a-t-il risque de dérive marketing ?**

**Genèse de notre méthode de discrimination entre vins de barrique et vins de copeaux**

**Présentation de la méthode et des premiers résultats**

**Perspectives**

**« FAQ » : *Les utilisateurs de copeaux sont-ils visés par la méthode ?***

***La méthode peut-elle être appliquée dès maintenant ?***

***Y a-t-il eu des travaux étrangers sur la question ?***

**Références**

**Pour nous contacter**

**Le chêne et l'homme dans l'histoire**

Le chêne est un arbre qui, par ses dimensions, sa longévité et la qualité de son bois, a marqué de son empreinte réelle et symbolique toute l'histoire de l'humanité.

Consacré à Zeus-Jupiter, il était présent dans la mythologie gréco-romaine. En Gaule, les druides lui attribuaient une place de choix dans leurs cérémonies. Le Moyen-Age qui voyait Saint Louis rendre la justice sous son ombre, l'a également révééré. De nos jours, s'il a perdu une part de son mystère et de son caractère sacré, le chêne n'en reste pas moins l'arbre-symbole par excellence, illustrant force, grandeur et pérennité, et incarnant le lien entre la terre et le ciel [1].

C'est également un arbre dont toutes les parties ont été utiles à l'homme : ses glands l'ont nourri en hiver, son écorce lui a fourni de quoi tanner des peaux ou préparer du liège, son bois lui a servi de source d'énergie, de matériau pour les charpentes (maisons, ponts, navires), pour étayer les galeries de mine, pour les traverses de chemins de fer et pour nombre d'autres utilisations artisanales et industrielles, dont la tonnellerie [1].



## Le chêne de tonnellerie

La tonnellerie est en effet redevable de son développement au chêne. Le tonneau est vraisemblablement issu d'Asie Mineure et sa naissance est antérieure au IX<sup>ème</sup> siècle av.



J.C., car Homère parle de lui dans son Illiade. Il ne paraît pas avoir été utilisé pour le vin, qui était élaboré alors dans des jarres de terre et transporté dans des outres, plus tard remplacées par les amphores. Ce n'est qu'au II<sup>ème</sup> siècle de notre ère que le tonneau commence à détrôner progressivement l'amphore [1].

Jusqu'à la fin du XVII<sup>ème</sup> siècle, les tonneaux contenaient des vins terminés, sur lies, dont la conservation était précaire. Dès le début du XVIII<sup>ème</sup> siècle, la demande de vins, particulièrement en Angleterre, devient de plus en plus forte. Or, si les arrivages de vins du continent sont nécessairement groupés (avant Noël), leur vente est beaucoup plus échelonnée dans le temps. Il faut alors soutirer les vins, les clarifier et les changer de barriques. Les exigences de qualité de la futaille augmentent. L'emploi du méchage au soufre se généralise et améliore également la stabilité des vins. C'est donc largement aux négociants anglais que l'on doit le développement raisonné des premières

techniques d'élevage et de vieillissement des vins en fûts [1]. Mais si la seconde chauffe (dite aussi chauffe de bousinage) est déjà pratiquée, elle vise davantage à améliorer l'imperméabilité des barriques qu'à développer le potentiel aromatique de celles-ci.

L'apport d'un potentiel aromatique boisé prend lentement de l'importance dans l'élevage des vins en fût de chêne. Simple conteneur initialement, le fût de chêne « monte en grade » avec la considération accordée par les éleveurs et les consommateurs à son potentiel aromatique. Dans ce sens, le fût de chêne a été, et de loin, le premier « emballage actif » de l'histoire de la technologie alimentaire.

Il n'y a en effet guère de produits du « packaging » moderne qui puissent rivaliser, en termes de polyvalence, avec le fût de chêne :

### Au niveau de son bois

- débitage aisé
- thermoplasticité facilitant le cintrage
- bonne tenue mécanique indispensable à la résistance des fûts
- bonne étanchéité
- bonne isolation thermique
- légère porosité permettant une aération ménagée du vin
- composition chimique naturellement aromatique (xylovolatils endogènes), permettant de surcroît la formation d'arômes nouveaux dus à la chauffe (xylovolatils empyreumatiques)

### Au niveau œnologique

- clarification du vin
- décarbonation du vin
- microoxygénation du vin
- assouplissement des tanins
- stabilisation et assombrissement de la couleur
- stabilisation de la structure colloïdale du vin
- apport d'arômes complémentaires, augmentant la complexité du vin

### Au niveau écologique

- Non polluant
- Totalement biodégradable (bilan CO<sub>2</sub> neutre)

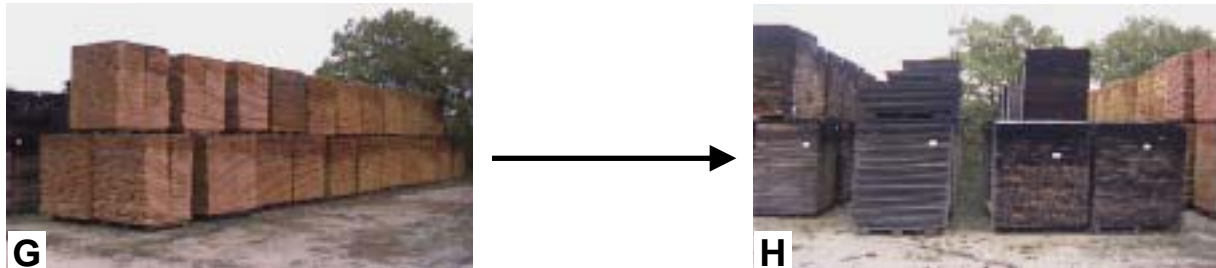
## La construction et la chauffe des fûts de chêne

Très rapidement, les modalités de la construction et de la chauffe des fûts ont été fixées. En forêt, les arbres sont abattus et ébranchés. Les billes sont transportées en scierie où elles

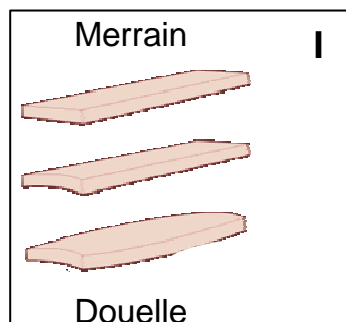


sont débitées en billons. Ces derniers sont fendus ou sciés, pour donner des merrains, pièces parallélépipédiques de dimensions relativement standard (~100 x 10 x 3-4 cm), qui sont livrés au tonnelier.

Vient ensuite une longue période de séchage au cours de laquelle les merrains sont soumis à l'action des pluies, du vent, du soleil, de l'humidité et de la température de l'air, de l'oxygène et des microorganismes pendant 18-36 mois. L'objectif du séchage est double : il s'agit, d'une part, d'amener l'humidité relative du bois à un niveau stable (14-18%) qui confère au bois des propriétés mécaniques et thermoplastiques propres à faciliter la



construction des fûts, et d'autre part d'affiner le bois en le débarrassant de nombreux composés amers, astringents (tanins) ou aromatiques indésirables (planche, de bois vert).



La construction du fût débute par la transformation des merrains parallélépipédiques en douelles écourtées, dolées, évidées et jointoyées. Les douelles sont ensuite sélectionnées et



positionnées sur des cercles métalliques de diamètre fixe. Le fût est ainsi dressé jusqu'au stade de la « mise en rose ». Cet ensemble est alors soumis à un feu doux en son centre, alors que l'extérieur des douelles est régulièrement aspergé d'eau. A l'aide d'un cabestan, les douelles sont progressivement cintrées sous l'effet conjugué de la chaleur à l'intérieur et de l'humidité à l'extérieur. L'autre extrémité des douelles est alors également cerclée. Sous l'effet de cette première chauffe (dite aussi chauffe de cintrage), le fût vient d'acquérir sa forme définitive.



Le fût est alors soumis à une seconde chauffe (dite aussi chauffe de bousinage), qui confère à la surface intérieure du fût un glaçage dû à la thermotransformation des polymères du bois (celluloses, hémicelluloses et lignines). Ce glaçage, de nature hydrophobe, favorise

l'imperméabilité de la barrique. Plus intense que la chauffe de cintrage, la chauffe de bousinage revêt la paroi interne du fût d'une belle couleur brune qui s'assombrit avec la durée et l'intensité de la chauffe. Mais surtout, elle engendre dans les premiers millimètres



des douelles de nombreux composés dits empyreumatiques, dont certains sont dotés de propriétés aromatiques très recherchées, comme par exemple la vanilline (arôme de vanille), le furfural (amande), le gaïacol (fumé), l'eugénol (clou de girofle), le maltol (caramel grillé). Ce n'est cependant que dans la dernière décade du XX<sup>ème</sup> siècle que la chauffe de bousinage, jusqu'alors totalement empirique, commence à pouvoir être pilotée de manière raisonnée, visant au contrôle de l'intensité et de la durée de chauffe pour obtenir un degré de transformation thermique des douelles à la fois précis et reproductible.

### Une nouvelle pratique œnologique : l'usage de copeaux de chêne

Si l'élevage du vin en fût de chêne correspond à la situation « Wine in wood », le recours aux copeaux de chêne traduit le mode « Wood in wine ». Sous le terme générique de « copeaux », on désigne des fragments de bois de chêne séché, le plus souvent chauffés, et dont les degrés de transformation thermique sont plus ou moins semblables à ceux spécifiés pour le bousinage des barriques : chauffe faible, moyenne ou forte. La taille et la forme des copeaux sont très variées : des poudres aux planches, en passant par les chips, les sticks, les planchettes, etc. Immérgés dans le vin en général après ses fermentations, les copeaux



vont y relarguer en quelques semaines leur contenu en xylovolatils (composés volatils et semi-volatils des bois naturels et chauffés), conférant ainsi au vin un bouquet boisé qui reflète la modalité de chauffe appliquée au bois [2]. Souplesse et facilité de mise en œuvre rendent les copeaux très attractifs. *A première vue*, le mode de boisage par copeaux (« Wood in wine ») ne semble pas différer fondamentalement de l'élevage en fût (« Wine in wood »).

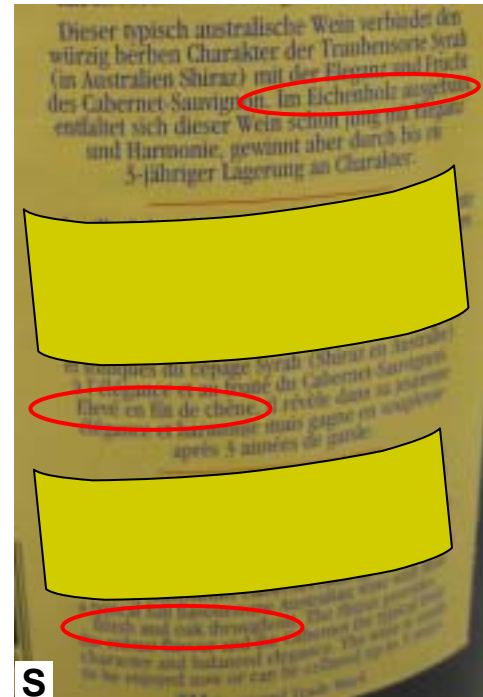
### Les coûts d'élevage en barrique et en présence de copeaux

En revanche, la différence au niveau des coûts est très importante. Un kilo de copeaux de chêne coûte environ 25 SFr. Pour une dose moyenne recommandée de 4 g/litre, l'usage des copeaux engendre donc un surcoût très faible, de l'ordre de 0.10 SFr/litre. En revanche, un fût de chêne (225 litres) valant environ 1000 SFr, et employé pour 3 vins successifs, engendre un surcoût de 1.50 SFr/litre et par vin, soit 15 fois plus que pour les copeaux. De plus, la durée de contact entre copeaux et vin est d'environ un mois, alors que l'élevage en fût peut mobiliser une barrique pendant 6 à 18 mois [2].

## Y a-t-il risque de dérive marketing ?

Le « goût de bois » si plaisant au consommateur, le « prestige » de l'élevage en fût de chêne, la plus-value financière, la facilité de mise en œuvre, les frais de vinification beaucoup plus bas, l'impossibilité de distinguer sensoriellement et analytiquement une infusion de copeaux d'un élevage en barrique, autant d'éléments pouvant inciter un responsable marketing à introduire sur la contre-étiquette des mots, des expressions ou des pictogrammes destinés à évoquer le concept « élevage en fût de chêne » dans l'imaginaire du consommateur et à emporter ainsi sa décision d'achat [2].

En parcourant les rayons des vins de nos grandes surfaces, il est édifiant de lire certaines contre-étiquettes de vins à moins de 10 SFr/bouteille et provenant des pays dits du nouveau monde. Les traductions allemande et française de celles-ci sont très révélatrices du *flo* au sujet de l'origine du caractère boisé du vin. Nous en donnerons ici deux exemples frappants : sur une première contre-étiquette, « a subtle hint of oak » devient « un léger ton de barrique » alors qu'il serait nettement plus correct de traduire « une subtile touche de chêne »; sur une autre contre-étiquette, volontairement caviardée (voir ci-contre), « wine with firm finish and oak throughout » glisse vers « im Eichenholz ausgebaut » pour aboutir à « élevé en fût de chêne » ! [2]. Si cela était, pourquoi le texte original anglais ne le spécifierait-il pas tout aussi clairement ? On peut dès lors comprendre que, dans ces conditions, l'absence de méthodes capables de différencier les vins de barriques des vins de copeaux soit ressentie comme particulièrement frustrante. Faut-il pour autant baisser les bras face à des pratiques marketing aussi douteuses ?



## Genèse de la méthode de discrimination entre vins de barrique et vins de copeaux

Comment est née notre méthode ? L'idée qu'une telle discrimination devrait être possible ne s'est pas imposée immédiatement. Au contraire, ce n'est que lentement qu'elle a émergé, au fil des résultats obtenus au cours de deux étapes de recherche effectuées à l'Ecole d'Ingénieurs de Changins (EIC). La première étape a été le projet « Grands Crus suisses : élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène », réalisé entre 2002 et 2005 sous la direction de Judith Auer, professeur à l'EIC. La seconde étape s'est achevée en mars 2006 lors de la présentation du travail de diplôme de Florian Barthassat, réalisé sous la direction du Dr André Rawyler. Chacune de ces étapes a livré un élément-clé, qui a mené à l'idée mentionnée ci-dessous.

Etape 1 : L'un des axes de recherche du projet « Grands Crus suisses » était l'évaluation extensive du potentiel organoleptique des chênes suisses. De nombreuses barriques ont été construites à partir de merrains de chêne d'espèce sessile et pédonculée, de provenances géographiques très diverses, de durée de séchage connues, et ayant subi des chauffes de bousinage dans des conditions contrôlées. Des vins de Pinot noir, de Merlot et de Chardonnay de trois millésimes successifs y ont été élevés, et leur teneur en composés volatils issus des douelles (xylovolatils empyreumatiques) et des fonds (xylovolatils endogènes) ont été mesurés après 4, 7 et 11 mois d'élevage sous bois [3]. L'analyse des données brutes a permis non seulement de discriminer des chênes à l'échelle de la région (Jura contre Plateau), à celle du massif forestier et selon leur espèce, mais également de différencier les vins selon ces mêmes critères. Même si le bouquet boisé dû à l'espèce et à

l'origine du chêne était influencé par la matrice-vin (rouge ou blanc) et par la durée de l'élevage, l'existence de «Terroirs Chêne» est apparue bien réelle, ce qui est tout à l'avantage du praticien [3]. De plus, la chauffe n'estompe pas les différences de profil empyreumatique et ne masque donc pas l'origine des bois [4].

**La mise en évidence d'une variabilité remarquable du profil boisé des vins élevés dans des fûts de chêne d'origine différente a donc été le premier élément-clé.**

Etape 2 : Le travail de diplôme de Florian Barthassat consistait entre autres à évaluer, à l'aide du Smart Nose® (un « nez électronique » conçu par le Dr Thierry Zesiger, Smart Nose SA, Marin, NE), l'« empreinte digitale » globale des composés volatils issus des douelles de fûts de chêne d'origine diverse et à la comparer à l'empreinte provenant de copeaux de chêne de diverses provenances. Les copeaux, provenant de diverses régions forestières de France, ne présentaient pas d'autre discrimination que celle due à leur granulométrie, et la variabilité de leurs profils empyreumatiques était très faible. Au contraire, les empreintes des douelles de chêne suisse accusaient une très grande variabilité liée à leur origine, en dépit du fait que la région romande regroupant toutes ces origines était bien plus petite que la région de France regroupant les diverses provenances de copeaux. La fabrication de ces dérivés du bois de chêne semble donc impliquer un nivellement des spécificités liées au terroir, comme si le profil volatil était bouleversé par leur processus d'élaboration spécifique [5].

**Le second élément-clé est qu'à bois et à chauffe similaires, le bousinage des douelles et la torréfaction des dérivés (copeaux et poudres) aboutissent à deux profils volatils bien différenciés.**

## **Présentation de la méthode et des premiers résultats [2]**

*« La distinction entre vins élevés en fût de chêne et vins traités avec des copeaux est possible par analyse chimique ». C'est le résultat essentiel du travail de diplôme de M. Sébastien Buttica, présenté et défendu publiquement à l'Ecole d'Ingénieurs de Changins le 21 mars 2007. Ce travail, réalisé sous la direction du Dr André Rawyler, avait pour but de mettre en place une méthode analytique permettant de différencier un vin élevé en fût de chêne d'un vin macéré de copeaux. En voici le résumé.*

Nous avons travaillé avec des copeaux du commerce, des copeaux préparés au laboratoire ainsi qu'avec des copeaux issus de douelles ayant subi une chauffe similaire à celle des barriques. A l'exception des copeaux du commerce, les bois utilisés provenaient exclusivement de chênes suisses d'origine et d'espèce diverses. Les barriques utilisées comme références étaient toutes issues du projet « Grands Crus suisses: élevage des vins du terroir en fûts de chêne indigène », mené par l'Ecole d'Ingénieurs de Changins entre 2002 et 2005.

Une base de données a été établie en déterminant le profil boisé de macérations en vins rouges et blancs (Merlot, Chasselas) de divers types de copeaux ont été préparées à la dose standard de 4 g/l, avec des durées de contact de 3 et 6 semaines. Les vins de référence (Chardonnay, Pinot noir et Merlot) élaborés en barrique dans le cadre du projet ci-dessus nous ont permis d'obtenir les profils boisés de vins après 6 et 11 mois d'élevage sous bois, puis après 1 et 2 ans de bouteille.

Enfin, des analyses ont été réalisées sur des vins du commerce regroupant plusieurs cépages (Cabernet sauvignon, Malbec, Merlot, Pinotage, Pinot noir, Sangiovese, Syrah; Chardonnay, Chasselas) et origines (Europe, Amérique du Sud, Amérique du Nord, Australie et Afrique du sud), puis confrontées à la base de données.

Les xylovolatils des bois ont été extraits à l'acétone. Les xylovolatils des macérations et des vins ont été extraits au dichlorométhane. La séparation, l'identification et le dosage de ces xylovolatils ont été effectués par GC-MS. Les résultats ont été traités statistiquement à l'aide de l'analyse en composantes principales.

Sur les bois, des différences de concentration de certains xylovolatils ont été observées entre copeaux de douelle et copeaux. L'épaisseur de la pièce de bois ainsi que les conditions de chauffe semblent être à l'origine de ces différences. Par exemple, lors de la chauffe « à cœur » des copeaux, une grande partie du furfural engendré est perdu par évaporation, car le point d'ébullition de ce composé est inférieur aux températures appliquées lors de la chauffe. Les copeaux sont donc déficitaires en furfural. Ce n'est pas le cas des douelles, qui voient s'installer en leur sein un gradient de température très marqué. L'appauvrissement des douelles en furfural n'a lieu qu'en surface, alors que les zones internes du bois voient leur concentration en furfural augmenter. Ce composé est donc plus abondant dans les douelles que dans les copeaux. Au contraire, les composés dont les points d'ébullition surpassent la température de chauffe (p. ex. la vanilline et le syringaldéhyde) ne sont pas autant affectés par une chauffe « à cœur ». Leur concentration dans les copeaux peut égaler ou même dépasser celle des douelles. Ainsi, la vanilline, le syringaldéhyde et le furfural font partie d'un groupe de plusieurs xylovolatils permettant de distinguer les copeaux des barriques.

Les analyses sur macérations et sur vins aboutissent aussi à des discriminations claires. D'une part, les macérations de copeaux (du commerce ou préparés en laboratoire) se distinguent des macérations de copeaux de douelles bousinées. D'autre part, la distinction entre macérations de copeaux de douelle et élevage en barrique est patente. Dans ce dernier cas, c'est avant tout la quantité de bois en contact avec le vin qui semble être le critère discriminant. Enfin, sur les vins en bouteille, on observe une bonne discrimination entre les modalités « élevage en fût de chêne » et « macération de copeaux ». Si le cépage n'exerce pas d'influence majeure sur cette discrimination, l'âge du vin et le degré d'utilisation de la barrique tendent à la réduire progressivement.

## Perspectives

Moyennant qu'un soutien financier adéquat nous soit accordé, les étapes suivantes vont se dérouler de la manière suivante :

- Validation de la méthode analytique
- Elargissement de la base de données
- Qualification de la méthode pour utilisation en cas de contestation

## FAQ

### **Les utilisateurs de copeaux sont-ils visés par la méthode ?**

*L'objectif de l'étude menée à Changins n'a jamais été de criminaliser les utilisateurs de copeaux. L'emploi de copeaux en vinification est d'ailleurs autorisé par la législation suisse dès le 01.01.2007.*

*En revanche, notre objectif a été de mettre au point un outil analytique permettant de **différencier** les vins élevés en barrique des vins traités par des copeaux. Cet outil n'est censé servir **qu'en cas de contestation** d'un vin dont l'étiquetage engendrerait une tromperie manifeste du consommateur par utilisation abusive et détournée des mots « barrique » ou « fût de chêne » etc, pratique déjà mise en œuvre par un certain marketing. Idéalement, à l'instar des armes accumulées dans les arsenaux, cet outil analytique devrait exercer une **dissuasion** suffisante pour que l'on n'y fasse jamais appel.*

*Les producteurs ayant recours aux copeaux dans le respect de la législation et de la déontologie professionnelle n'ont pas à être diabolisés. Il ne s'agit pas non plus d'accorder un certificat de sainteté aux utilisateurs de barriques, qui deviendraient alors les « gentils » alors que les utilisateurs de copeaux seraient les « méchants ». Cette dichotomie hollywoodienne n'aboutirait qu'à creuser encore le fossé qui divise déjà la profession.*

Enfin, l'Ecole d'Ingénieurs de Changins doit **préserv**er une **qualité d'enseignement et de recherche** à l'égard de son public-cible, les gens de la profession viti-vinicole et les étudiants qui s'y inscrivent. Il n'est pas question que notre Ecole mène une « guerre sainte » à l'encontre des copeaux. Au contraire, elle fait et fera connaître ces techniques aux oenologues qu'elle forme, en leur en montrant les possibilités et les limites. Mais elle doit également leur enseigner les modalités d'élevage des vins en fût de chêne, et leur faire comprendre les différences entre ces deux options.

### **La méthode peut-elle être appliquée dès ce jour ? Sinon, où est l'intérêt d'en parler ?**

Bien que cette méthode soit fondée scientifiquement, elle n'est pas encore « libérable » pour des applications dans le domaine public. Une analogie bien connue en expliquera aisément les raisons.

Les media font régulièrement état d'une découverte, p. ex. dans le domaine médical. Telle université vient de percer à jour le mécanisme biochimique par lequel tel type de cellule ne réagit pas comme il le faudrait à l'invasion de tel type de virus. On parle alors de percée décisive, de progrès capital, etc, pour la médecine humaine. Les chercheurs responsables de ce développement bénéficient – pour un temps tout au moins – d'une aura favorable au soutien de leurs futures activités et à l'octroi de crédits.

A ce stade pourtant, aucun médicament n'est encore disponible sur le marché. Seul le principe de base a été découvert. Dès lors, plusieurs étapes importantes doivent encore être franchies avant de mettre à la disposition des médecins et de leurs patients un médicament adéquat. En effet, il s'agit de concevoir par « design chimique » toute une gamme de molécules susceptibles de corriger le mécanisme déficient, de les synthétiser, de les purifier, d'en étudier la stabilité et les propriétés pharmacologiques, de les tester sur divers systèmes (cultures de cellules, essais sur animaux), avant de passer aux essais toxicologiques, précliniques et cliniques de grande envergure et d'aboutir enfin au dépôt de la demande d'autorisation de mise sur le marché. L'ensemble de ces étapes ne requiert pas moins de 10 ans de travail en moyenne.

Notre découverte et notre méthode s'inscrivent dans le même schéma et la même logique. Nous avons maintenant démontré que vins de barrique et vins de copeaux étaient discriminables analytiquement. Cependant, nous avons un avantage très net sur le développement d'un nouveau médicament. En effet, pour autant qu'un soutien financier raisonnable nous soit accordé, ce ne sont pas 10 ans, mais environ 2 ans qui seront nécessaires pour valider la méthode analytique et pour élargir notre base de données. Dès lors, la méthode pourra être utilisée en cas de contestation d'un produit. Ce n'est pas trop cher payer le fait de pouvoir disposer d'un outil qui pourrait servir à renforcer la confiance tant des utilisateurs de barriques que des utilisateurs de copeaux. Jusqu'alors, la méthode ne pourra être appliquée qu'à l'interne et ne se prêtera à enquête qu'à la condition que les résultats restent seule et entière propriété de l'Ecole d'Ingénieurs de Changins et soient maintenus volontairement sous le boisseau.

### **Y a-t-il eu des travaux étrangers sur la question ?**

Ce n'est que très récemment que quelques articles, suggérant que la discrimination entre vins de barrique et vins de copeaux est possible, ont été publiés [6-9]. Ces études sont restreintes à des essais de laboratoire en conditions contrôlées et, contrairement à la méthode décrite ci-dessus, ne se sont pas attachées à l'établissement d'une base de données. Cependant, elles aboutissent toutes à la même conclusion et confirment donc l'approche réalisée à l'Ecole d'Ingénieurs de Changins.



## Références

- [1] Chatonnet, P. (1991). Incidences du bois de chêne sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins. Applications technologiques. *Thèse DER N°2*, Université de Bordeaux II, pp.1-3.
- [2] Buttica, 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.
- [3] Auer, J., Rawyler, A. et Dumont-Béboux, N. (2006). Elevage des vins du terroir en fûts de chêne du terroir. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 38(6), 379-387
- [4] Rawyler, A., Auer, J. et Dumont-Béboux, N. (2006). Maîtrise de la chauffe artisanale des fûts de chêne en tonnellerie. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 38(3), 151-158
- [5] Barthassat, F. (2007). Douelles et copeaux : étude organoleptique et par « nez électronique » de copeaux issus de douelles bousinées et de copeaux d'aromatisation. *Objectif* (Journal des diplômés en viticulture, œnologie et arboriculture de l'Ecole de Changins), N° 66, mars 2007, 19-23.
- [6] Arapitsas, P., Antonopoulos, A., Stefanou, E. et Dourtoglou, V.G. (2004). Artificial aging of wines using oak chips. *Food Chemistry* 86, 563-570
- [7] Del Alamo Sanza, M. (2007) Effet des techniques de vieillissement accéléré dans la composition phénolique des vins rouges. *Revue des oenologues et des techniques vitivinicoles et œnologiques*, 122, 21-26
- [8] Frangipane, M.T., De Santis, D. et 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
- [9] Apetrei, C., Apetrei, I.M., Nevaes, I., del Alamo, M., Parra, V., Rodriguez-Mendez, M.L. et 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

## Pour tout renseignement

André Rawyler ([andre.rawyler@eic.vd.ch](mailto:andre.rawyler@eic.vd.ch)), chargé de recherche, responsable de ce dossier  
Sébastien Fabre ([sebastien.fabre@eic.vd.ch](mailto:sebastien.fabre@eic.vd.ch)), doyen de la filière HES en œnologie  
Site Internet : <http://www.eichangins.ch>

## Crédits photographiques

D. Horisberger [A]  
J. Auer [O, P]  
JLJ – Oak Preferences [R]  
Office National des Forêts [B]  
S. Buttica [S]  
Tonnellerie Boutes [F, I, Q]  
Tonnellerie Rousseau [C – E, G, H, J – N]