

Utilisation d'outils innovants pour la sélection et la chauffe du bois de chêne de tonnellerie

Relation avec la qualité des vins

Marie-Laure Badet-Murat¹, Jean-Charles Vicard², Bertrand Leaute³

¹ Œnologie par MLM – Saint-Médard-en-Jalles – France.

² Groupe Vicard – Cognac – France.

³ Laboratoire LEC – Cognac – France.

Introduction

Partie intégrante de la signature d'un cru, les fûts de chêne doivent à ce titre respecter l'expression du terroir et mettre en valeur les potentialités de la matière première. L'adéquation bois-vin est en effet l'une des clefs de voûte de la qualité des grands vins. Le choix des barriques revêt donc une importance capitale pour les praticiens, pour lesquels il est nécessaire de disposer de fûts de qualité connue, homogène et reproductible. Ceci suppose la maîtrise des teneurs en composés extractibles du bois.

Depuis une trentaine d'années, les nombreux travaux de recherche consacrés à l'étude des molécules à l'origine des nuances et saveurs conférées par le bois au vin ont permis d'identifier un certain nombre de composés d'impact tant au niveau aromatique (Prida et Chatonnet, 2010; Spillman et al., 2004) que gustatif (Mosedale et al., 1999; Glabasnia et Hofmann, 2006, 2007; Michel, 2012; Marchal, 2010).

Les teneurs retrouvées dans les vins au terme de l'élevage varient selon de nombreux paramètres parmi lesquels la matière première ainsi que la chauffe jouent un rôle prépondérant.

Au niveau de la matière première, l'importante variabilité de composition chimique du bois de chêne est désormais bien avérée, tant au niveau interindividuel (Snackers et al., 2000, Doussot

■ Photos 1, 2: Dispositif de chauffe.



et al., 2000, 2002; Prida et al., 2006; Michel, 2012) qu'au sein d'un même arbre (Masson et al., 1995, 1996; Mosedale et al., 1996; Michel 2012). De fait, si les critères de sélection traditionnellement mis en œuvre par la tonnellerie tels que, la largeur des cernes d'accroissement (grain) ainsi que le type de conduite sylvicole permettent une certaine maîtrise de la qualité des fûts, ils ne rendent pas compte à eux seuls de l'hétérogénéité de composition chimique du bois de chêne. Pour ce faire, il convient d'analyser chimiquement la composition de chaque

pièce rentrant dans le procédé de fabrication d'un fût. De récents travaux basés sur la classification du bois de chêne de tonnellerie selon sa richesse en ellagitanins ont confirmé, d'une part, l'importante variabilité de teneurs de ces composés, tant au niveau interindividuel que suivant la position de la pièce de bois dans l'arbre et d'autre part, l'influence de cette classification sur la modulation des caractéristiques organoleptiques des vins au terme de l'élevage (Michel, 2012).

À cette variabilité naturelle du bois de chêne, s'ajoutent les profondes modifications de composition chimique engendrées par la chauffe. Pour mémoire, la thermodégradation des macromolécules du bois génère la formation de nombreux composés aromatiques (aldéhydes furaniques, aldéhydes phénols, phénols) tandis que les ellagitanins sont partiellement dégradés, et ce, de façon variable suivant les paramètres de chauffe tels que température, durée, taux d'humidité du bois. Suivant le profil thermique appliqué, il est donc possible de moduler l'impact aromatique et structurant des fûts. Néanmoins, en l'absence de standards communs à l'ensemble

des tonnelliers, il est parfois difficile pour les praticiens de relier une chauffe à un profil organoleptique déterminé. En outre, il est bien évident que sans une parfaite maîtrise de la chauffe, en termes de précision et reproductibilité, le travail de sélection réalisé en amont n'a guère de sens.

Depuis 2009, le groupe Vicard a développé un outil de chauffe particulièrement innovant dont l'originalité repose sur la mise en œuvre d'une chauffe par rayonnement, entièrement automatisée. Au-delà des garanties apportées en terme de reproductibilité et de précision, cet outil permet de réaliser des profils de chauffe par paliers (chauffe graduelle).

En 2010, un programme de recherche et développement a été initié par la filiale de recherche du groupe Vicard en collaboration avec le LEC (Cognac), dans le but de renforcer les critères de sélection de la tonnellerie. Ces recherches, basées sur l'analyse des teneurs en ellagitanins de chaque douelle entrant dans la composition d'un fût, ont abouti, dès 2013, au développement d'une gamme spécifique, exclusivement issue de chêne français et pays frontaliers, commercialisée sous la marque Vicard Génération 7. À ce jour, trois classes de potentiel tannique (PT) correspondant à des niveaux distincts de teneurs en ellagitanins du bois non chauffé sont proposées (valeurs exprimées en µg d'équivalent acide ellagique/g de bois sec) : PT bas < 4000 (PTB); PT moyen de 4000 à 6000 (PTM); PT haut > 6000 (PTH). Dans le présent article, après avoir détaillé la méthodologie de tri du bois selon son potentiel tannique ainsi que le dispositif de chauffe, nous présentons les premiers résultats obtenus à l'aide de ces outils innovants et notamment leur impact sur la qualité des vins.

Matériels et méthodes

Origine des bois

Les bois proviennent exclusivement des merranderies appartenant au groupe Vicard. Ils ont été prélevés sur parc après 30 mois de maturation naturelle.

La calibration proche infrarouge de la teneur en ellagitanins a été réalisée à partir d'un vaste échantillonnage de merrains (120 échantillons provenant de 27 lots distincts) sélectionnés de façon à disposer d'une grande variabilité de provenance (forêts françaises et pays frontaliers) et de taille de grain.

Méthodologie de tri du bois chêne selon PT

Pour la mesure on line de la teneur en ellagitanins du bois, notre choix s'est porté sur la spectrométrie proche infrarouge (analyseur

■ **Tableau 1 : Nature et origine des vins d'essais.**

Origine des vins		Cépage	Chauffe*	PTB	PTH	IPT
Influence du PT						
Vignoble A	2013	Sangiovese (SGV)	G 180	X	X	57/61
Toscane	2012			X	X	53/56
Influence de la chauffe						
Vignoble B Sonoma county	2013	Cabernet sauvignon (CS)	G 160/ G 170	X		58/59

* G = chauffe graduelle.

■ **Tableau 2 : Origine des composés aromatiques du bois de chêne dosés.**

Composés	Origine
Furfural, 5-méthylfurfural, 5-hydroxyméthyl furfural	Thermodégradation des hemicelluloses
Cis- et trans- Whisky lactones	Composés natifs du bois
Vanilline	Dégradation des lignines
Eugénol, Iso-eugénol	Dégradation douce des lignines

Brimrose (USA) utilisant un système de détection par cristal AOTF, Acousto-Optic Tunable Filter).

Après usinage, les douelles non chauffées ont été divisées en deux parties, la première étant destinée aux mesures spectrales et la seconde à l'analyse des ellagitanins totaux par dosage de l'acide ellagique en HPLC-DAD après extraction et hydrolyse en milieu acide selon une méthode interne propre au LEC.

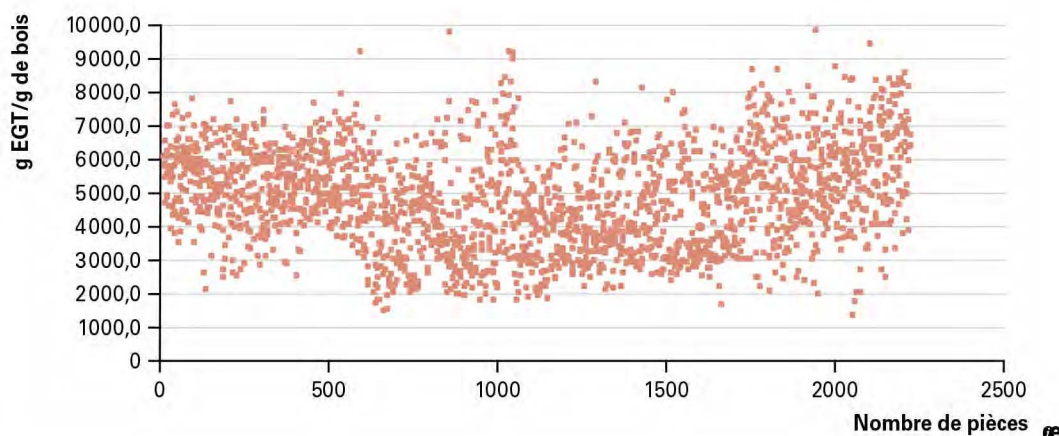
La calibration a été réalisée à partir d'une régression PLS après sélection des zones spectrales les plus discriminantes. Le

coefficient de corrélation entre mesure spectrale et dosage HPLC des ellagitanins totaux (0,89) atteste de la performance du modèle utilisé.

Méthodologie de chauffe du bois, notion de cuisson moléculaire (photos 1,2)

Le procédé de chauffe développé par le groupe Vicard diffère radicalement de ceux généralement employés dans la tonnellerie. Précisons tout d'abord que la chauffe fait suite à un cintrage vapeur automatisé de 4 min, qui permet l'obtention d'une barrique blanche et neutre. La chauffe, pilotée informatiquement, est réalisée par rayonnement. La maîtrise de la température est assurée par une sonde infrarouge, effectuant la mesure sur la surface interne de la coque. L'ensemble du dispositif garantit une précision de chauffe à +/- 3 °C qui prend ici toute sa dimension, dans une volonté de maîtrise des facteurs de variabilité de la qualité et des bois, et en continuité du travail de tri réalisé en amont. En effet, les ellagitanins étant thermo-dégradés de façon variable selon

■ **Figure 1 : Variabilité de la teneur en ellagitanins (EGT) du bois de chêne de tonnellerie.**



la durée et la température de cuisson (Cadahia et al., 2001; Doussot et al., 2002), il apparaît nécessaire d'adapter la chauffe à chaque niveau de potentiel tannique.

Au-delà de ces aspects, cette technologie a permis de développer des profils de chauffe innovants. L'un d'entre eux, qualifié de chauffe graduelle ou cuisson moléculaire du bois, repose sur l'augmentation de la température par paliers successifs de 10 °C toutes les 20 minutes. Le but d'un tel profil thermique est de maîtriser les températures de formation, développement et dégradation des différents composés aromatiques du bois. Tous les fûts mis en œuvre dans cette étude ont bénéficié d'une chauffe graduelle.

Nature et origine des vins d'essais

Le dispositif expérimental de l'étude est présenté au **tableau 1**. Pour chacune des modalités, un duplicata a été réalisé en cave et les vins issus des deux fûts ont été assemblés à part égale avant analyse.

Analyse sensorielle

Les analyses sensorielles ont été réalisées à l'aveugle, par un panel international entraîné de 17 dégustateurs issus de l'École Nationale Supérieure des Sciences Agronomiques de Bordeaux (BSA, Bordeaux Sciences Agro anciennement ENITA).

Pour chaque série de vin, l'analyse sensorielle a été opérée en deux temps: test triangulaire suivi d'une analyse descriptive par paire pour laquelle il a été demandé une notation, sur une échelle de 0 à 5, des critères liés à la perception du bois de chêne dans les vins et à l'harmonie bois-vin.

Les résultats obtenus ont été soumis à des tests statistiques: test du X2 pour le test triangulaire et ANOVA à deux facteurs sans répétition pour l'analyse descriptive.

Pour ce dernier test, les différences significatives à 5 % sont matérialisées dans les graphiques par des flèches pleines, et celles à 10 % par des flèches discontinues.

Analyses chimiques des vins

Parallèlement à l'analyse sensorielle, des analyses chimiques ont été mises en œuvre afin d'apporter une interprétation moléculaire aux différences perçues à la dégustation.

Indice de protéine salivaire (SPI)

L'impact structurant de cette approche innovante du bois a été évalué par mesure d'un indice de protéine salivaire (SPI) (Gambuti et al., 2006; Rinaldi et al., 2010). Basé sur l'analyse en électrophorèse des résidus de protéines après leur interaction avec le vin, cet indice exprime le pourcentage de diminution des protéines salivaires par rapport au témoin (salive). Une valeur plus élevée traduit une intensité tannique plus prononcée.

Dosage des composés aromatiques du bois de chêne

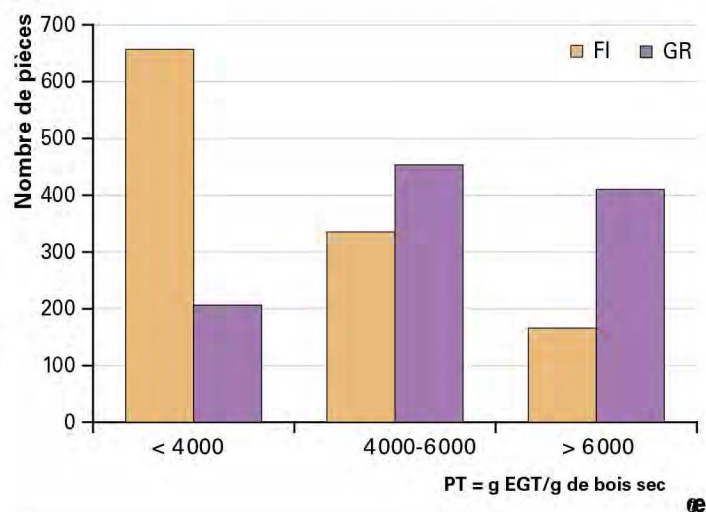
Le dosage des composés aromatiques libérés par le bois de chêne a été réalisé par SBSE/GC/MS et LC/MS (méthodes internes, Sarco, Bordeaux). Afin de faciliter la lecture des résultats, les différents composés analysés ont été regroupés par descripteurs aromatiques, comme exposé au **tableau 2**.

Résultats et discussion Que nous livre l'analyse du PT du bois de chêne de tonnellerie ?

Variabilité de teneurs en ellagitanins du bois

Comme présenté à la **figure 1** et en accord avec de récents travaux (Michel, 2012), la mesure du PT sur un échantillonnage de plus de 2 000 douelles de diverses provenances et tailles

■ **Figure 2: Distribution des teneurs en ellagitanins par taille de grain.**



de grain confirme l'importante variabilité de concentrations en ellagitanins du bois.

Relation entre PT et origine géographique

En première approche, l'étude de la distribution du PT a été réalisée sur deux origines géographiques de bois bien distinctes (à partir d'un échantillonnage différent de celui utilisé pour la calibration proche infrarouge): chêne français et pays frontaliers et chêne d'Europe centrale. Rappelons ici que les fûts proposés à l'heure actuelle dans la gamme triée en PT proviennent exclusivement de chênes issus de forêts françaises et des pays frontaliers.

L'analyse de plus de 1 000 douelles par provenance montre une distribution très proche des 3 classes de PT: pour le chêne français et pays frontalier, 37 % de PTB, 39 % de PTM et 24 % de PTH; pour le chêne d'Europe centrale, 41 % de PTB, 31 % de PTM et 28 % de PTH. Des essais menés en élevage mettant en œuvre des fûts de PT bas et haut issus de différentes forêts françaises sont actuellement en cours. Ils feront l'objet d'une communication ultérieure.

Relation entre PT et taille de grain

La relation entre le PT et le grain a été étudiée pour deux tailles de grain: largeur des cernes d'accroissement comprise entre 1,5 et 2 mm (FI) et supérieure à 3 mm (GR). Pour ce faire, plus de 1 000 douelles ont été analysées par catégorie de grain. En accord avec les données de la littérature, la teneur en ellagitanins augmente avec la taille de grain (**figure 2**). Néanmoins il semble que cette corrélation ne soit que partielle. En effet, comme présenté à la **figure 2**, parmi les bois à grain fin, 24 % renferment des teneurs relativement élevées en ellagitanins; et *a contrario*, parmi les bois à grain plus grossier, 28 % présentent de faibles teneurs. Autrement dit, la taille de grain permet de garantir une certaine homogénéisation de la charge tannique des barriques, mais il subsiste une certaine variabilité.

Influence du tri du bois selon son PT associé à un procédé de cuisson moléculaire sur les qualités organoleptiques des vins

Impact de l'élevage sous bois de PT distinct à niveau de chauffe identique

Analyse sensorielle – test triangulaire

Pour le Sangiovese 2012, le test triangulaire montre une différence

statistiquement significative entre les deux vins, au seuil de 10 %. Le PT du bois présente donc un impact déterminant sur la qualité finale des vins.

Pour le Sangiovese 2013, compte tenu de la faible quantité de vin disponible, l'analyse descriptive par paire a été privilégiée et le test triangulaire n'a donc pas pu être mis en œuvre.

Analyse sensorielle descriptive et analyse chimique des vins

• Impact structurant

Pour le Sangiovese 2013 (**figures 3A et 3B**) dégusté après 12 mois d'élevage, l'analyse sensorielle en bouche discrimine de façon nette les deux produits: la modalité élevée sous PTH présente une intensité tannique significativement plus prononcée. En outre, l'analyse chimique corrobore la perception sensorielle: l'indice de protéine salivaire est en effet significativement plus élevé pour la modalité élevée sous PTH. Pour le Sangiovese 2012 dégusté après 24 mois d'élevage, aucune différence significative n'est mise en évidence sur le paramètre d'intensité tannique.

À la lumière de ces résultats et en accord avec de récents travaux de (*Michel, 2012*), tout porte à croire que l'élevage sous bois de PTH a conduit, après 12 mois d'élevage, à un enrichissement du vin en ellagitannins plus conséquent que le PTB. Après cette première phase d'extraction des ellagitannins, une décroissance de leur teneur dans les vins est généralement observée du fait de leur réactivité, tant, avec l'oxygène, qu'avec divers composés natifs du vin. Ceci est vraisemblablement à l'origine de l'absence de différence significative

sur le critère d'intensité tannique entre PT bas et haut constaté dans nos essais au terme de 24 mois d'élevage.

• Impact aromatique

Au-delà de son impact sur la structure des vins, le tri du bois selon son PT laisse apparaître un effet significatif sur le plan aromatique.

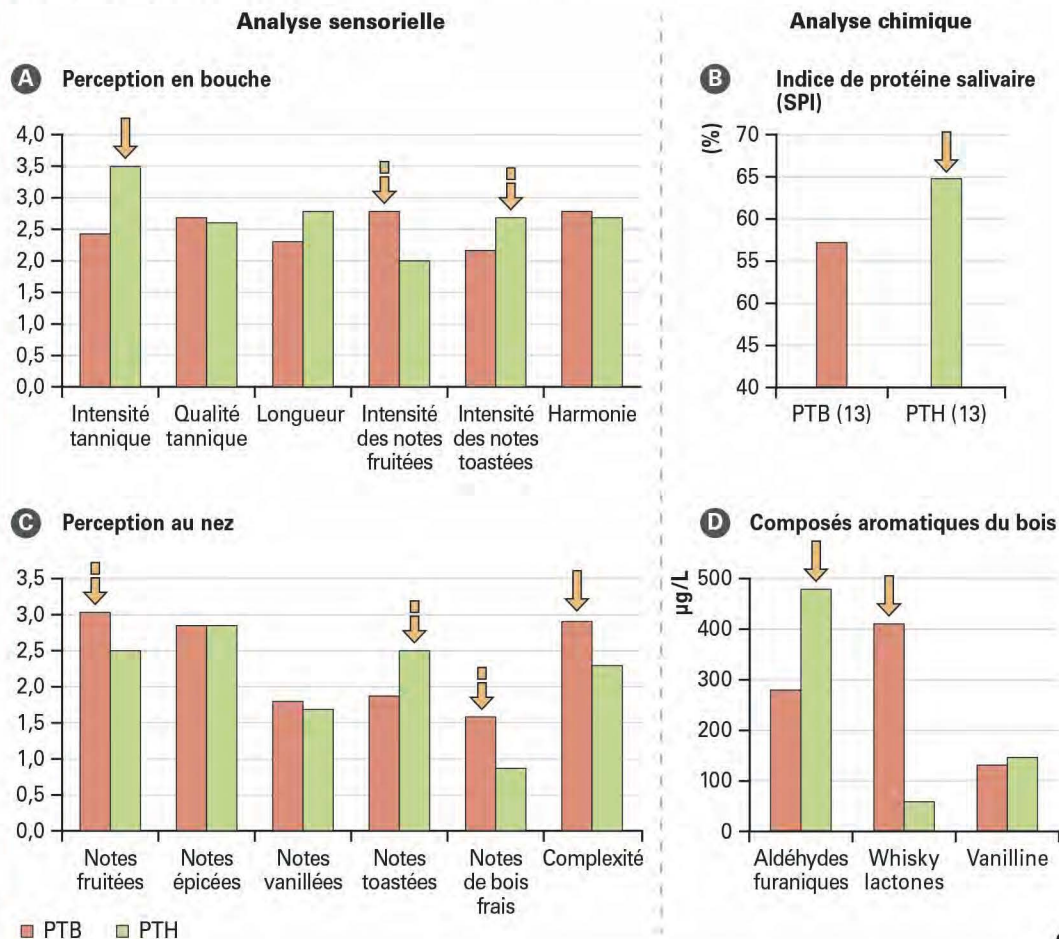
Pour le Sangiovese 2013, l'analyse sensorielle au nez discrimine de façon nette les deux échantillons sur les critères de complexité, notes fruitées, notes toastées et notes de bois frais (**figure 3C**). Après 12 mois d'élevage, la modalité élevée sous PTB est jugée significativement plus complexe et plus fruitée que celle élevée sous PTH. Concernant les descripteurs liés au bois, le vin élevé sous PTB présente des notes de bois frais plus intenses et inversement, le PTH est significativement plus marqué par

des notes toastées (**figures 3A et 3C**). L'analyse chimique permet d'apporter une interprétation moléculaire à ces différences sensorielles (**figure 3D**). En accord avec de récents travaux (*Michel, 2012*), les teneurs en aldéhydes furaniques des vins, composés à l'origine des notes toastées, augmentent avec le PT du bois. Concernant les whiskies lactones, un élevage sous bois de PT plus faible donne un vin plus riche. Les différences de perception fruitée entre les deux classes de PT pourraient également s'expliquer par leur composition chimique respective. En effet, une plus grande richesse en aldéhydes furaniques diminue le caractère fruité des vins (*Chatonnet et Prida, 2010*) tandis que les whisky lactones participent à la perception fruitée et ce de façon variable suivant l'équilibre des concentrations entre ces composés et les molécules à l'origine des arômes fruités natifs du vin (*Atasanova et al., 2005, 2005; Chapuit et al., 2012*).

Les analyses sensorielle et chimique du Sangiovese 2012, réalisées après 24 mois d'élevage, corroborent certaines de ces observations (résultats non présentés). Le vin élevé sous PTH jugé plus toasté tant au nez qu'en bouche, présente une plus grande richesse en aldéhydes furaniques. Cette même modalité plus riche en vanilline, donne un vin jugé significativement plus vanillé et doté d'une meilleure persistance aromatique en bouche.

La charge tannique du bois semble donc être un facteur discriminant des teneurs en composés extractibles. Comme on pouvait aisément le pressentir, à niveau de chauffe strictement identique, les bois de PT plus élevés sont plus structurants. L'effet constaté au niveau aromatique est plus surprenant, d'autant que dans ces essais, la reproductibilité et l'homogénéité de la chauffe sont parfaitement assurées. La plus grande

■ **Figure 3: Impact de l'élevage sous bois de PT distinct (PTB/PTH) à niveau de chauffe identique (G180) - Sangiovese 2013.**



richesse en composés responsables des notes toastées (aldéhydes furaniques) et vanillées conférées par les bois de PTH, associée à leurs moindres teneurs en whisky lactones tend à prouver que les variations de richesses en ellagitanins pourraient être le reflet d'autres variations constitutives du bois, telles que leur composition en lactones, lignine et hémicellulose, ces deux derniers composés étant des précurseurs d'arômes par dégradation thermique. En complément du travail de sélection selon la charge tannique, la chauffe constitue un second levier capable de moduler l'impact organoleptique du PT et d'exploiter au mieux les potentialités de chaque type de bois.

Impact de l'élevage sous bois de chauffe distincte à niveau de PT identique

En complément de notre travail et dans le but d'apporter un premier étayage quand à l'effet de la chauffe graduelle associé au travail de tri en PT, nous présentons ci-après les résultats d'un essai mené sur Cabernet sauvignon après élevage sous bois de faible PT avec deux températures de chauffe : graduelle 160 et 170.

Le test triangulaire montre une différence statistiquement significative entre les deux niveaux de chauffe au seuil de 5%.

L'analyse sensorielle réalisée après 10 mois d'élevage discrimine de façon très nette les deux échantillons sur différents critères (**figures 4A et B**). À charge tannique égale, la modalité issue de la chauffe graduelle 170 est jugée significativement plus fruitée et plus complexe ; en bouche, elle présente une meilleure qualité tannique ainsi qu'un rendu plus harmonieux. Rappelons ici que seuls 10 °C séparent ces deux modalités...

À la lumière de ces premiers résultats, on conçoit la nécessité d'une parfaite maîtrise de la chauffe dans le but de proposer des barriques de précision.

Conclusion

La forte hétérogénéité de composition du bois de chêne associée à l'absence de standards de chauffe peut conduire à des résultats qualitatifs très variables au terme de l'élevage. À tel point que la maîtrise de cette variabilité constitue désormais un enjeu majeur pour la filière de la tonnellerie.

L'originalité de notre travail réside dans la combinaison d'une méthodologie de tri fiable, basée sur l'analyse de la charge tannique du bois, et d'un outil de chauffe précis, reproductible et respectueux du chêne permettant d'apporter de sérieuses garanties en termes de qualité et reproductibilité des résultats. Rappelons ici en effet que le dispositif de chauffe mis en œuvre est unique dans le monde de la tonnellerie.

L'intérêt œnologique de cette rationalisation de la sélection des bois associée à une parfaite maîtrise de la cuisson est avéré tant par les résultats des analyses sensorielles que chimiques. Loin d'une standardisation des produits, le fait de disposer de fûts parfaitement caractérisés et reproductibles offre la possibilité aux praticiens de piloter leur élevage dans le respect du vin et avec la plus grande précision. Au-delà de ces aspects purement œnologiques, gageons que cette rationalisation du tri du bois participera dans les années à venir à une meilleure valorisation des ressources forestières, qui rappelons-le, ne sont pas illimitées... ■

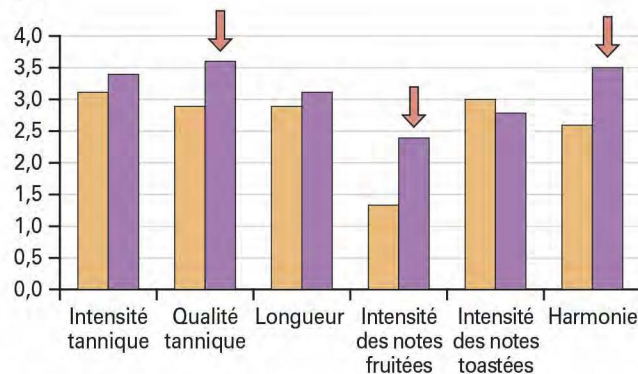
Remerciements : les auteurs remercient M. Marco Cerqua (Barone Ricasoli, Toscane) et M. Hugh Chapelle (Quivira, Sonoma county) pour la mise en place des essais.

NDLR : Les références bibliographiques concernant cet article sont disponibles sur simple demande auprès de la Revue des Œnologues.

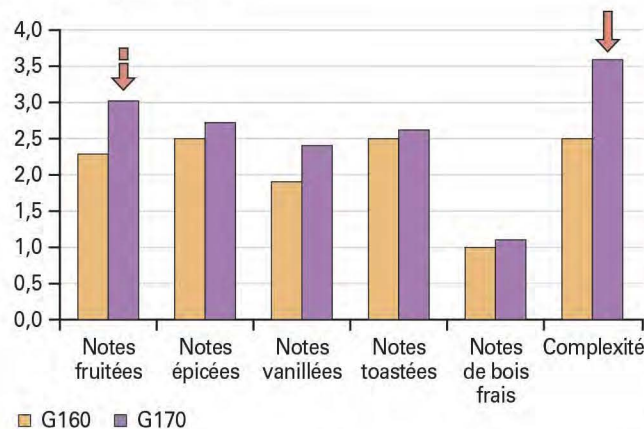
- Par courrier : joindre une enveloppe affranchie, avec les références de l'article
- Sur internet : www.oeno.tm.fr

■ **Figure 4: Impact de l'élevage sous bois de chauffe distincte (G160/G170) à niveau de PT identique (PTB) - Cabernet Sauvignon 2013.**

A Perception en bouche



C Perception au nez



Gamme barriques VICARD GENERATION 7

ORIGINE - Le Terroir

Sélection de douelles à POTENTIEL TANNIQUE BAS, Origine est la barrique la plus respectueuse du vin. Elle exprime le terroir et souligne le fruit tout en apportant de la tension à votre vin.

SYMETRIE - L'Equilibre

Sélection de douelles à POTENTIEL TANNIQUE MOYEN, Symetrie est notre barrique la plus équilibrée, apportant un profil aromatique harmonieux et de la structure.

ENERGIE - La Structure

Sélection de douelles à POTENTIEL TANNIQUE HAUT, Energie est notre barrique la plus structurante, apportant richesse, rondeur et puissance.

PRIVILEGE - Élégance et Complexité

Privilege est la barrique la plus aboutie grâce à l'alternance de douelles à différents potentiels tanniques.

ECO 3 : LA NOUVELLE BARRIQUE ECO-RESPONSABLE

Barrique constituée de douelles bouvetées (utilisation des parties du chêne inutilisées dans le passé) favorisant la micro-oxygénation. Quantités limitées. Capacités: 225l, 300l, 500l.