



# Le point sur la qualité et la classification des chênes américains

Nicolas VIVAS

Tonnellerie Demptos détaché à la Faculté d'œnologie,  
Université Victor Segalen Bordeaux 2,  
351, cours de la Libération, 33405 Talence (France)

---

**Résumé :** Aux États-Unis, la grande diversité des conditions naturelles du milieu et des espèces présentes nous a conduits à abandonner la notion de chêne blanc américain ; ceci sous entend une certaine exclusivité dans ses propriétés et ses qualités. Sur le terrain, il s'avère que de nombreuses espèces de *Quercus* sont déjà utilisées en tonnellerie sous l'appellation chêne blanc. Dans les faits, il existe, comme en France, des régions présentant presque exclusivement une espèce associée à un biotope apte à conférer aux arbres une faible vigueur, compatible avec l'obtention de grains serrés. En tonnellerie, le séchage naturel en région pluvieuse et le brûlage intégral du fût conduisent à des résultats qualitatifs largement supérieurs à des barriques en chêne américain standard.

**Mots-clés :** chênes blancs américains, *Q. alba*, *Q. garryana*, sélection, élevage des vins

---

## INTRODUCTION

Le chêne américain est utilisé depuis fort longtemps pour l'élevage des whiskies et des bourbons (LIEBMAN et SCHERL, 1949 ; REAZIN, 1981). Dans les vins, son emploi est plus récent (ROUS et ALDERSON, 1983 ; AIKEN et NOBLE, 1984). Il s'agit en fait d'un mélange d'espèces dont seuls les chênes blancs paraissent compatibles avec les contraintes de la conservation en barrique des vins et eaux-de-vie. En effet, les chênes rouges, outre leur composition chimique différente, présentent une ultrastructure du bois qui laisse échapper le liquide. Ils sont néanmoins fréquemment employés dans la fabrication de foudres ; mais, dans ce cas, l'épaisseur du bois est beaucoup plus importante et la face externe du récipient subit des traitements de surface, souvent cirage ou vernissage.

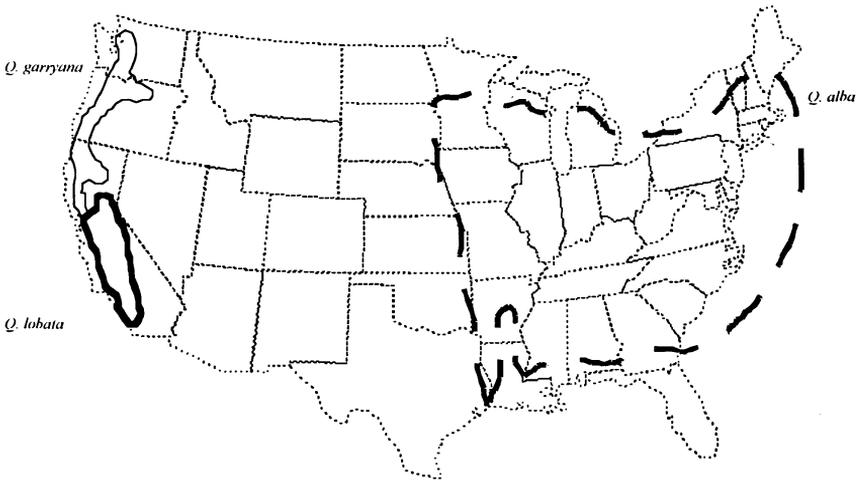
Par le passé, on a globalisé la qualité des chênes blancs d'Amérique, en leur attribuant un grain grossier typique de croissance rapide, des notes aromatiques sauvages, foxées et trop marquées par le caractère noix de coco. Enfin, la fraction polyphénolique soluble a souvent été jugée amère et rustique (SINGLETON, 1995). Dans ces conditions restrictives, ces bois étaient quasiment destinés exclusivement aux vins de moyenne gamme dont on ne cherchait qu'à apporter un supplément olfactif ou à des vins technologiques de masse pour lesquels le chêne américain apporte, dans une certaine mesure, un niveau supplémentaire de complexité. Il convient de ne pas oublier que les barriques en chêne américain, moins chères que celles en chêne français, présentent un attrait économique appréciable.

Cependant, devant la diversité des espèces concernées et des régions de production, il semble plus judicieux de rechercher les conditions optimums de production de bois

de qualité pour constituer des sites privilégiés d'approvisionnement. Dans ses conditions, nous passons de la notion de chêne blanc américain à celle, plus réaliste, de chênes blancs américains. Cette démarche a déjà été employée pour les massifs forestiers français (VIVAS, 1995).

## ORIGINE BOTANIQUE DES CHENES AMÉRICAINS

*Stricto sensu*, l'appellation chênes blancs (section des *Lépidobalanus*), par opposition aux chênes rouges (section des *Erythrobalanus*) regroupe l'ensemble des espèces suivantes (TIMBAL et KREMER, 1994) : *Q. alba*, *Q. stellata*, *Q. lyrata*, *Q. macrocarpa*, *Q. prinus*, *Q. muehlenbergii*, *Q. michauxii*, *Q. bicolor*, *Q. lobata*, *Q. garryana* (Amérique du nord), *Q. robur* et *Q. petraea* (Europe). Ainsi, le chêne blanc n'est, ni synonyme de *Q. alba*, ni même de chêne blanc d'Amérique du nord. Cette dénomination, qui prête à confusion, doit donc être abandonnée au profit du nom d'espèce. La répartition des espèces américaines est portée sur la figure 1.



**Figure 1 - Aire de répartition des principales espèces de chênes blancs américains exploitables par la tonnellerie**

Cependant, le nom d'espèce n'est pas toujours correctement employé, puisque, en tonnellerie, de très nombreuses espèces sont utilisées en association avec *Q. alba*, toujours majoritaire. On retrouve : *Q. prinus*, *Q. bicolor*, *Q. muehlenbergii*, *Q. stellata*, *Q. macrocarpa*, *Q. lyrata*, *Q. durandii* (SINGLETON, 1974 ; PHILP, 1989), et généralement, elles sont toute assimilées à *Q. alba*. Il convient donc de vérifier scrupuleusement les caractères distinctifs de ces espèces (CAMUS, 1936-1952 ; DENISON et PALMER, 1994).

*Q. alba* peut être identifié par ses feuilles. Elles se composent de 7 lobes distincts. L'extrémité du lobe médian est plate, les deux premiers lobes latéraux sont plus longs que le troisième et leur extrémité est plate alors que celle du troisième est arrondie. L'écorce est constituée de petites plaques de suber polyédrique de couleur

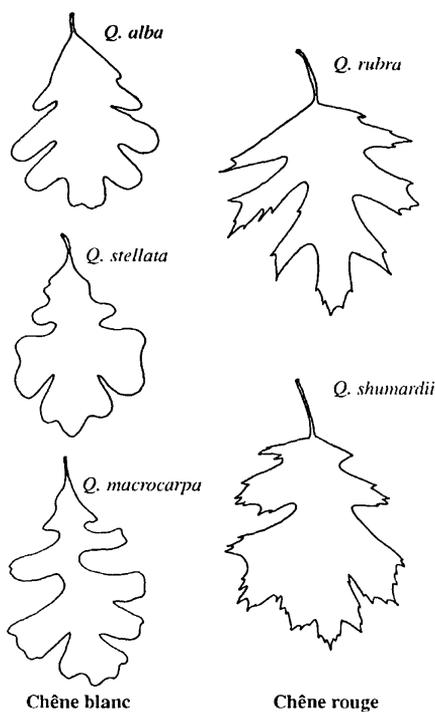


Figure 2 - Feuilles de chênes américains

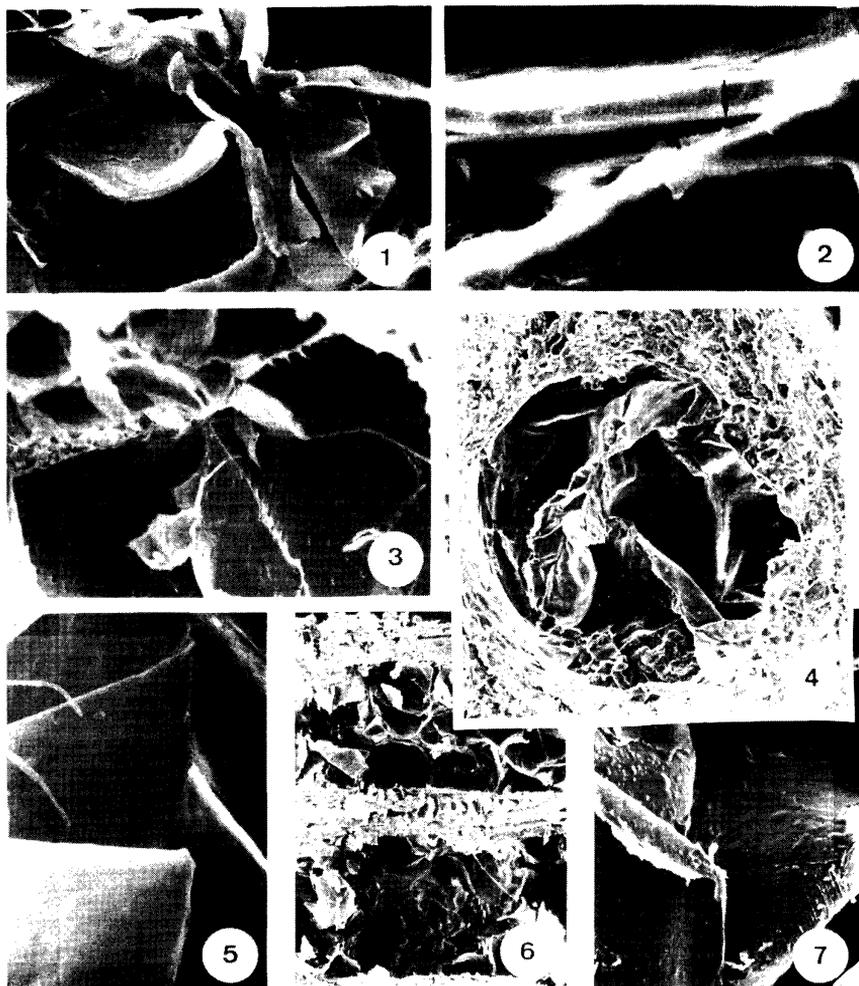
jaune cendre. La couleur du bois est très pâle. A titre comparatif, nous présentons des dessins de feuille de chêne blanc d'Amérique, dont *Q. alba*, et de chêne rouge, dont *Q. rubra* (figure 2).

### STRUCTURES ET COMPOSITION DU CHENE BLANC D'AMÉRIQUE, *Q. ALBA*

*Q. alba* possède une ultrastructure comparable à celle de *Q. robur* et *Q. petraea*. Elle présente néanmoins un caractère distinctif pouvant lui conférer des propriétés particulières. Ses thylls sont plus épais que ceux de *Q. robur* et *Q. petraea* (planche I). L'épaisseur des thylls de *Q. alba* varie entre 2 et 4  $\mu\text{m}$ , alors que pour *Q. robur* et *Q. petraea*, elle est au moins dix fois plus faible. Cette particularité est importante puisqu'elle explique la possibilité de produire des fûts étanches avec des bois sciés. D'autre part, en accord avec les travaux de GRAFF et TCHELTSCHIEFF (1969) et de VENET (1986), cette propriété permet de diminuer les pertes par évaporation et les

échanges gazeux avec l'extérieur. Ce caractère se retrouve chez d'autres espèces, dont des espèces européennes. Le grain du bois est aussi un paramètre important puisqu'il conditionne l'intensité des phénomènes oxydatifs en fonction de la porosité. Il est vrai, et nous l'avons déjà rappelé, que *Q. alba* a été considéré, jusqu'à ces dernières années, comme une espèce dont la vitesse de croissance est rapide, conduisant à des grains grossiers, souvent plus larges que nos bois du Limousin. C'est ainsi que le grain influence directement le pourcentage de vaisseaux (zone de porosité) et de fibre (zone de rigidité). Si l'on compare *Q. alba* provenant de différentes régions des Etats-Unis, on constate que, dans le Missouri et l'Ohio, nous avons potentiellement de grandes chances de retrouver des bois riches en vaisseaux, donc plus poreux (figure 3). La mesure de densité sur diverses espèces de chêne confirme que, dans le sud du Missouri, les chênes *Q. alba* ont des porosités voisines de *Q. petraea*, de même que quelques autres espèces de chênes blancs, tels que *Q. stellata* et *Q. macrocarpa* (figure 4).

*Q. alba* a une composition assez bien connue. Par rapport aux deux espèces françaises, ce chêne présente une teneur en extrait sec, en phénols totaux et en ellagitannins nettement plus faible, mais une teneur en whisky-lactones largement supérieure (tableau 1). Dans notre exemple, *Q. alba* en possède 2 à 3 fois plus que *Q. petraea*. On peut signaler, par exemple, que *Q. alba* possède une large variété de composés norisoprénoïdes (SEFTON *et al.*, 1990). Gustativement, les extraits de *Q. alba* sont jugés plus amers et agressifs que ceux de *Q. robur* et *Q. petraea* ; à l'olfaction, il est



### Planche I

#### Structures des thylles de différentes espèces de *Quercus*

1 - Détail d'un thylle de *Q. alba* (x 659)

2 - Épaisseur d'un thylle de *Q. alba* (x 2125)

La double tête de flèche indique l'épaisseur du thylle

3 - Thylle de *Q. toza* (syn. *Q. pyrenaïca*)

On observe l'épaisseur importante du thylle et la présence de perforations correspondant aux anciennes punctuations de la paroi des vaisseaux du bois de printemps (x 345).

4 - Thyllose chez *Q. petraea* (idem pour *Q. robur*) (x 289)

5 - Détail d'un thylle de *Q. farnetto*

Noter l'épaisseur des thylles (x 1296).

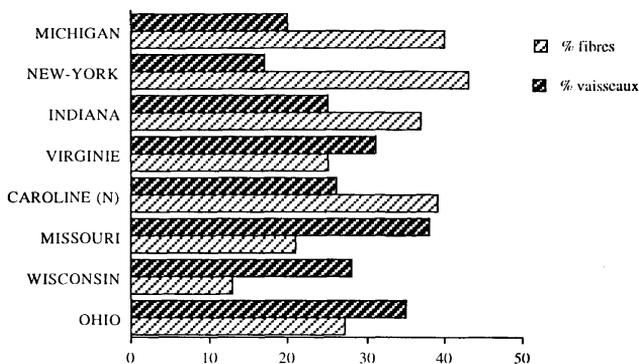
6 - Thyllose de *Q. oocarpa*

Les thylles sont abondants et répartis dans tout le vaisseau (x 120).

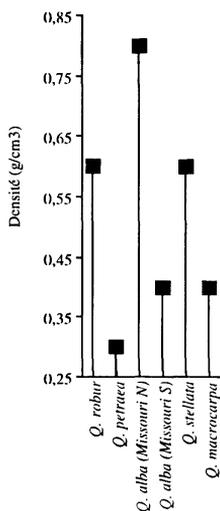
7 - Détail de la thyllose de *Q. oocarpa* (x 659)

**Tableau 1**  
**Variabilité de la composition de bois de chêne**  
**de différentes origines botanique et géographique**

Origine des bois	n	Extrait sec (mg/g)	Phénols totaux	Ellagitannins totaux (µg/g)	Eugenol (µg/g)	Whisky-lactones (µg/g)
France <i>Q. robur</i>	30	109 ±5,9	22,4 ±4,8	62,5 ±15	1,1 ±0,57	5,5 ±3,08
<i>Q. petraea</i>	90	87 ±17,1	18,5 ±5,1	54,6 ±19,1	6,1 ±1,86	69 ±13,25
Missouri <i>Q. alba</i>	10	43 ±4,5	6 ±1,2	48 ±9,7	3,8 ±1,38	174 ±48,72



**Figure 3 - Proportion de fibres et de vaisseaux dans le duramen de *Q. alba* de diverses provenances des États-Unis**



**Figure 4 - Densité du duramen de quelques espèces de chênes blancs américains et français.**

souvent trop odorant, foxé et « sauvage ». En réalité, on connaît peu de choses sur les composés responsables de ces caractères. Nos travaux ont permis d'identifier dans *Q. alba* des quantités variables de gallotannins et de depsides tels que l'acide digallique souvent jugés amers et durs en solution hydroalcoolique. Si l'on compare de nombreuses espèces de chêne d'Asie, d'Amérique et d'Europe, on note que des points communs peuvent regrouper toutes les espèces potentiellement utilisables en tonnellerie. Il s'agit de la présence d'ellagitannins et de composés aromatiques typiques ( $\beta$ -méthyl- $\gamma$ -octalactone, eugenol, vanilline). Sur certains aspects, on peut aisément différencier les espèces provenant de ces trois continents (tableau 2) :

- La présence de composés norisoprénoïdes comme l'oxo- $\alpha$ -ionol caractérise toutes les espèces de chêne blancs de tonnellerie.

- La présence de  $\gamma$ -nonalactone différencie les chênes asiatiques de tonnellerie par rapport aux autres.

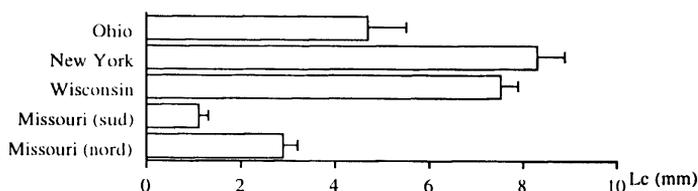
**Tableau 2**  
**Marqueurs chimiques typiques**  
**des différentes espèces de chênes potentiellement utilisables en tonnellerie**

	Oxo- $\alpha$ -Ionol	$\beta$ -methyl - $\gamma$ -octalactone	$\gamma$ -nonalactone	Eugenol	Vanilline
<b>Chataîgnier</b>					
<i>C. sativa</i>	-	-	-	-	+
<b>Chênes asiatiques</b>					
<i>Q. serrata</i>	-	+	+	+	+
<i>Q. mongolica</i>	-	+	+	+	+
<i>Q. denta</i>	-	+	+	+	+
<b>Chênes nord-américains</b>					
<i>Q. alba</i>	+	+	-	+	+
<i>Q. garryana</i>	-	+	-	+	+
<i>Q. stellata</i>	+	+	-	+	+
<i>Q. macrocarpa</i>	+	+	-	+	+
<i>Q. muehlenbergii</i>	+	+	-	+	+
<i>Q. durandii</i>	+	+	-	+	+
<i>Q. bicolor</i>	+	+	-	+	+
<b>Chênes européens</b>					
<i>Q. robur</i>	-	+	-	+	+
<i>Q. petraea</i>	-	+	-	+	+
<i>Q. toza</i>	-	+	-	+	+
<i>Q. farnetto</i>	-	+	-	+	+

- Enfin, les espèces européennes de tonnellerie ne possèdent quasiment pas de ces composés marqueurs.

### CLASSEMENT D'APRES LA NOTION DE GRAINS DE *Q. ALBA*

Sur quelques échantillons de bois provenant de plusieurs régions des États-Unis, dont l'origine botanique attribuée à *Q. alba* est vérifiée, nous avons mesuré la largeur des cernes (Lc). De la même façon que pour les espèces françaises, on constate l'existence d'une large gamme de vitesse de croissance (figure 5). Au sein de l'espèce *Q. alba*, en fonction de l'origine géographique, nous trouvons, soit des grains serrés (Missouri), soit des grains grossiers (Wisconsin, New York). En particulier dans le



**Figure 5 - Largeur des cernes de *Q. alba* provenant de diverses régions des États-Unis**

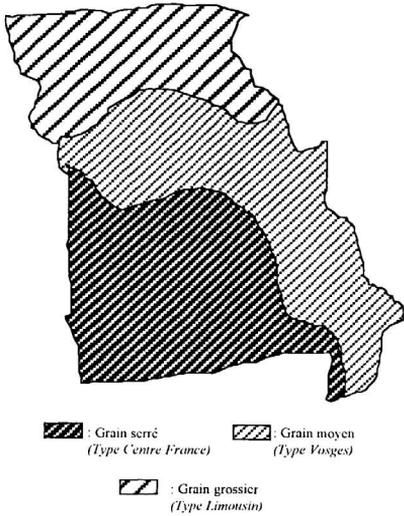


Figure 6 - Répartition géographique dans l'état du Missouri de la densité du grain des bois de *Q. alba*

sud du Missouri, les échantillons analysés ont des largeurs de cernes identiques à ceux des types Centre France et Allier, considérés respectivement comme des bois à grains serrés et très serrés (figure 6).

Cependant, et contrairement aux chênes français, nous n'avons pas observé de relation entre le grain du bois et sa composition (extrait sec, phénols totaux, ellagitanins, eugénol whisky-lactones). L'échantillonnage trop réduit a conduit à une variabilité entre échantillons d'une même région supérieure à la variabilité inter-régions. Une étude suivant la démarche d'étude des chênes français s'impose, en employant un échantillonnage plus important ainsi que d'autres paramètres.

La mesure de la largeur des cernes de quelques échantillons de *Q. alba* montre qu'il est possible de trouver des bois de cette espèce à grain serré comme à grain grossier. Jusqu'alors on considérait que le bois de cette espèce était exclusivement à grains grossiers (SINGLETON, 1974 ; MAGA, 1989).

## ADAPTATION DES OPÉRATIONS DE TONNELLERIE À LA PRODUCTION DE FUTS EN CHENE AMÉRICAIN DE QUALITÉ

On connaît les principaux handicaps de *Q. alba* par rapport aux espèces françaises liés à un extrait sec hydrosoluble amer, très astringent, à des arômes trop intenses parfois caractérisés de sauvages et à un grain grossier, si l'on ne prend pas garde à la sélection du bois.

Sur l'aspect sélection des bois, nous avons déjà présenté des zones d'approvisionnement de grain serré. Ce sont exclusivement ces bois qui entrent dans la fabrication de barriques en chêne américain de deuxième génération.

Pour ce qui est des arômes et des extraits hydrosolubles peu qualitatifs, nous agissons à deux niveaux : sur le séchage et sur la chauffe. Le débit des merrains se fait par sciage, sans remettre en cause l'étanchéité du récipient ; les thylls plus épaisses y contribuent largement. L'autre aspect positif réside dans le gain de rentabilité du sciage par rapport à la fente, estimé entre 20 et 30 %.

- **Le séchage** doit impérativement être conduit sur un site suffisamment et régulièrement pluvieux, avec une bonne hygrométrie de l'air et des températures modérées. Aux États-Unis, peu de régions respectent ces critères ; mais il semble bien que le Missouri réponde à ces exigences, avec une pluviométrie de 1044 mm pour une

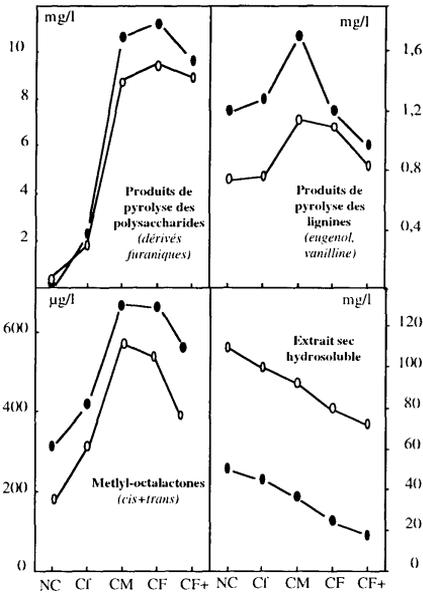
température moyenne de 14,4 °C. L'indice climatique pour un séchage naturel optimum [précipitation en mm / température en °C (VIVAS et GLORIES, 1996)] est de 76, 63, 69,5 et 72,5 respectivement pour Bordeaux, Cognac, Dijon et Richmond dans le Missouri. Il est clair que, parmi les très nombreuses régions des États-Unis, cet État présente des conditions pluviométriques et thermiques convenant aux exigences d'un séchage naturel. Sur le tableau 3, nous rapportons une comparaison du séchage d'un même lot de bois pour des conditions climatiques proche de celle de Californie (460 mm, 12,3°C), du Missouri et d'un séchage artificiel. Par rapport à un séchage artificiel, les conditions climatiques à l'origine de la sécheresse relative donnent des résultats peu différents et traduisent les limites liées au déficit pluviométrique et les fortes chaleurs de l'été. En revanche, dans un climat type Missouri, le séchage assure un réel affinage du bois, tel que nous le concevons. Il est à noter que la perte d'extrait sec est appréciable et diminue sensiblement son côté amer et astringent. Mais l'impact aromatique du bois a augmenté dans son ensemble.

**Tableau 3**  
**Incidence de différentes régions de séchage naturel**  
**sur la composition de bois de chêne *Q. alba***

	Séchage naturel (Missouri)	Séchage naturel (conditions proches de la Californie)	Séchage artificiel
Extrait sec (mg/g)	38	52	57
Phénols totaux (D.O. 280 nm)	7	13	15
Ellagitannins (mg/g)	12	20	23
Methyl-Octalactones (µg/g)	173	135	137
Eugenol (µg/g)	8	4	5
Vanilline (µg/g)	29	10	13

- **La chauffe** constitue une étape intéressante permettant de modifier de façon appréciable les caractères aromatiques du bois. Sur la figure 7, nous avons reporté le détail d'une expérience comparative de chauffe traditionnelle de barrique américaine et française. Sur différents paramètres mesurés, on observe qu'une chauffe forte plus (F+) appliquée sur *Q. alba* conduit à des quantités de composés odorants nettement diminués par rapport au bois non chauffé (NC) et comparables au *Q. petraea* en chauffe moyenne (M). La chauffe F+ permet de diminuer jusqu'à 40 % la quantité d'extraits secs participant largement à la baisse du caractère rustique des composés non volatils de *Q. petraea*. L'intensité F+ convient donc pour produire des barriques en *Q. alba* avec une atténuation de leurs caractères olfactifs et gustatifs trop exacerbés. Pour parfaire le gommage des caractères négatifs, les fonds sont brûlés.

Les résultats d'expérimentations conduites sur ces barriques en comparaison avec du chêne américain ancienne génération et du chêne français et réalisées dans différents vignobles et pour plusieurs cépages, sont portés sur la figure 8. Les notations de dégustation mettent d'abord en évidence Les aptitudes différentes des cépages à s'accorder avec *Q. alba* ou avec le chêne français. On note que, pour l'expérimentation en Rioja, il n'y a pas de différences significatives dans le jugement des lots en chêne américain et français ; de même pour les essais menés à Saint-Emilion.



**Figure 7 - Influence du niveau de chauffe des coques sur la concentration en certains produits odorants et en extraits secs des bois (analyses sur 3 mm de la face interne brûlée)**  
 NC : non chauffé ; Cf : chauffe faible ;  
 CM : chauffe moyenne ; CF : chauffe forte

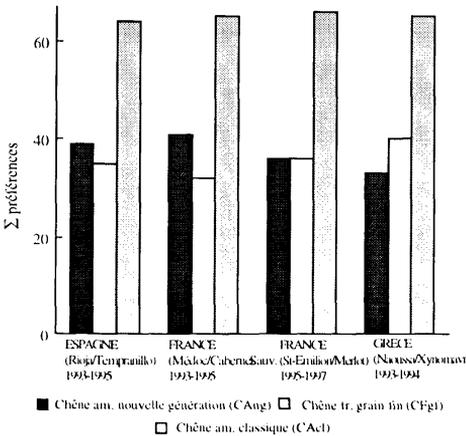
En Grèce, il existe une légère différence donnant une préférence au chêne américain, contrairement au Médoc, où le chêne français est lui préféré. Dans tous les cas, le chêne américain classique est systématiquement rejeté. Les quelques essais conservés en bouteilles 4 années ont montré que les écarts demeurent.

**UNE ESPECE BIEN PARTICULIERE, LE Q. GARRYANA D'OREGON**

*Q. garryana* est une espèce appartenant au chêne blanc, sa répartition géographique se limite dans les zones montagneuses des côtes de l'Oregon, dans l'état de Washington, dans le nord de la Californie et pour une part dans les massif montagneux à l'intérieur des terres dans ce même état.

La perméabilité de cette espèce est faible, fonction d'une thyllose très développée, comparable aux espèces européennes et *Q. petraea* en particulier. De sorte que, comme pour nos bois, le *Q. garryana* peut être fendu. Sur le tableau comparatif de quelques propriétés mécaniques du bois (tableau 4), on observe que les caractéristiques de ce bois s'apparentent à celles de *Q. petraea* et *Q. alba* à grain serré.

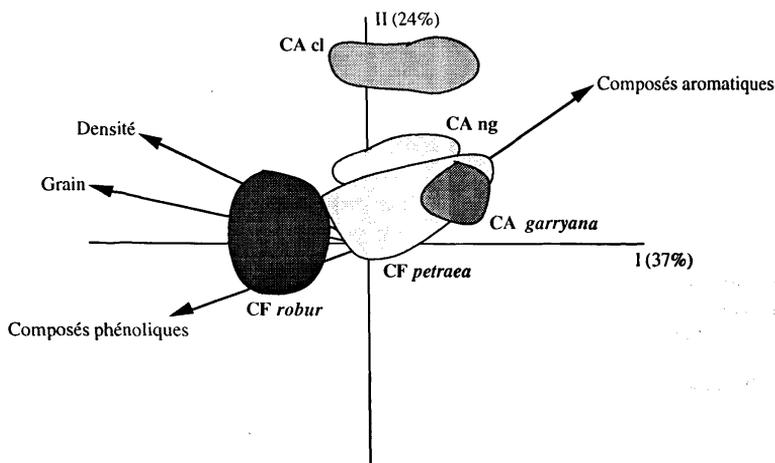
Les premier résultats d'analyses montrent que cette nouvelle espèce possède des propriétés physico-chimiques comparables au *Q. petraea* français (figure 9). Il reste à préciser que l'espèce est pour la première fois utilisée en tonnellerie ; mais la difficulté d'approvisionnement et la rigueur de sélection du bois (5 à 8 % du massif forestier présente des diamètres de bille compatible avec la fente) en font un produit de collection de très haut de gamme.



**Figure 8 - Somme des préférences pour des essais d'élevage de vins rouges dans différents vignobles**  
 (23 dégustateurs, dégustation après 12 mois d'élevage en barriques neuves)

**Tableau 4**  
**Caractéristiques physiques de *Q. garryana***  
**par rapport à d'autres espèces de chênes utilisées en tonnellerie**

	<i>Q. petraea</i>	<i>Q. robur</i>	<i>Q. alba</i>		<i>Q. garryana</i>
			grain grossier	grain fin	
Densité (g/cm <sup>3</sup> )	0,6	0,8	0,9	0,6	0,7
Perméabilité (g/m <sup>3</sup> /j)					
Tangentielle	100	75	80	95	110
Radiale	55	50	65	30	55
Contrainte de rupture (kg/cm <sup>2</sup> )	20	40	55	25	20
<b>aptitude à la fente</b>					



**Figure 9 - ACP des espèces de chêne français et américains utilisables en tonnellerie**

CAcl : chêne américain (*Q. alba*) classique, gros grain ;

CAng : chêne américain (*Q. alba*) nouvelle génération, grain serré ; CF : chêne français

## BIBLIOGRAPHIE

AIKEN J.W. and NOBLE A.C., 1984. Composition and sensory properties of Cabernet sauvignon wine aged in French versus American oak barrels. *Vitis*, **23**, 27-36.

CAMUS A., 1936. Les chênes Tome I (1936) sous genre *Cyclobalanopsis*, sous genre *Euqercus*, sections *Cerris* et *Mésobalanus*, Tome II (1938) sous genre *Euqercus*, sections *Lepidobalanus* et *Macrobalanus*, Tome III (1952) sous genre *Euqercus*, sections *Protobalanus* et *Erythrobalanus* ; monographie du genre *Lithocarpus*. In :

*Encyclopédie économique de sylviculture*, VI, VII, VIII, Lechevalier P. ed., Paris.

DENISON E. and PALMER B., 1994. Missouri's oaks and hickories. Missouri department of conservation field guide, CCSM, USA.

GRAFF R.H. et TCHELISTCHEFF A., 1969. La production et le vieillissement du vin dans la petite futaille de chêne. *Wines Vines*, 1-13.

LIEBMANN A.J. and SCHERL B., 1949. Changes in whisky while maturing. *Ind. Eng. Chem.*, **41**, 534-543.

- MAGA J.A. 1989. The contribution of wood to the flavor of alcoholic beverages. *Food Rev. Int.*, **5**, 39-99.
- PHILP J. 1989. Cask quality and warehouse conditions. In : *The science and technology of whiskies*, Piggot J.R., Sharp R., Duncan R.E.B. eds., Longman-Harlow, United Kingdom, pp. 264-294.
- REAZIN G.H. 1981. Chemical mechanisms of whiskey maturation. *Am. J. Enol. Vitic.*, **32**, 283-289.
- ROUS C. and ALDERSON B. 1983. Phenolic extraction curves for white wine aged in French and American barrels. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34**, 211-215.
- SEFTON M.A., FRANCIS I.L. and WILLIAMS P.J. 1990. Volatile norisoprenoids compounds as constituents of oak wood used in wine and spirit maturation. *J. Agric. Food Chem.*, **38**, 2045-2049.
- SINGLETON V.L. 1974. Some aspects of wooden container as a factor in wine maturation. In : *Chemistry of wine making*, ACS, 137, Webb A.D. ed., 311 p.
- SINGLETON V.L. 1995. Maturation of wines and spirits : Comparisons, facts, and hypotheses. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**, 98-115.
- TIMBAL J. and KREMER A., 1994. Caractères botaniques, morphologiques et chorologiques. In : *Le chêne rouge d'Amérique*. Timbal J., Kremer A., Le Goff N., Nepveu G. eds., INRA, Paris, pp. 45-53.
- VENET J. 1986. Identification et classement des bois français. 2<sup>e</sup> éd. revue par Keller R., ENGREF, Nancy.
- VIVAS N. 1995. Sur la notion de grain en tonnellerie. *J. Sci. Tech. Tonnellerie*, **1**, 17-48.
- VIVAS N. et GLORIES Y., 1996. Etude et optimisation des phénomènes impliqués dans le séchage naturel du bois de chêne. *Rev. Fr. Œnol.*, **158**, 28-35. ■