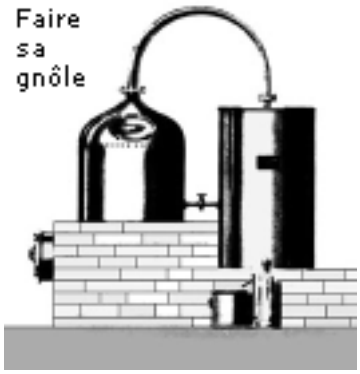


LA COMPOSITION DU CHENE

ET SON INFLUENCE SUR LE VIEILLISSEMENT

Document issu de homedistiller.org

Traduction, réalisation de la communauté de :

http://www.fairesagnole.eu/

La composition de chêne et un aperçu de son influence sur le vieillissement

Le chêne est utilisé en tonnellerie en raison de ses propriétés chimiques aussi bien que de sa nature physique. Parmi les nombreuses espèces d'arbres de la Terre, le chêne est unique de par la taille de ses rayons radiaux qui donnent de la force quand il prend la forme d'un tonneau. Chimiquement, c'est un bois particulièrement pur, à la différence de nombreuses essences comme le pin et l'arbres à caoutchouc qui contiennent des résines qui se traduisent dans les extraits par une saveur forte. Les principaux constituants du chêne sont les trois composantes de base de toutes les plantes ligneuses - cellulose, hémicellulose et lignine - plus des tanins et de petites quantités de lipides (huiles, graisses et cires). Avec une exception, qui s'applique principalement au chêne blanc d'Amérique, les lactones du chêne. Les faibles quantités de lipides interviennent au cours du processus de tonnellerie des lactones de chêne. Celles-ci ont un effet profond sur la saveur au point qu'elles sont considérées à part dans ces traitements.

Lorsque l'on considère l'influence du chêne sur les vins et spiritueux au cours de la maturation, il est très important de se rappeler que les fûts de chêne, les copeaux ou les citernes ne sont pas fait de chêne brut, mais de chêne qui a été modifié par des ajouts et des traitements thermiques - grillage ou carbonisation. Nous allons aussi explorer l'interaction entre les actions de séchage et le traitement thermique.

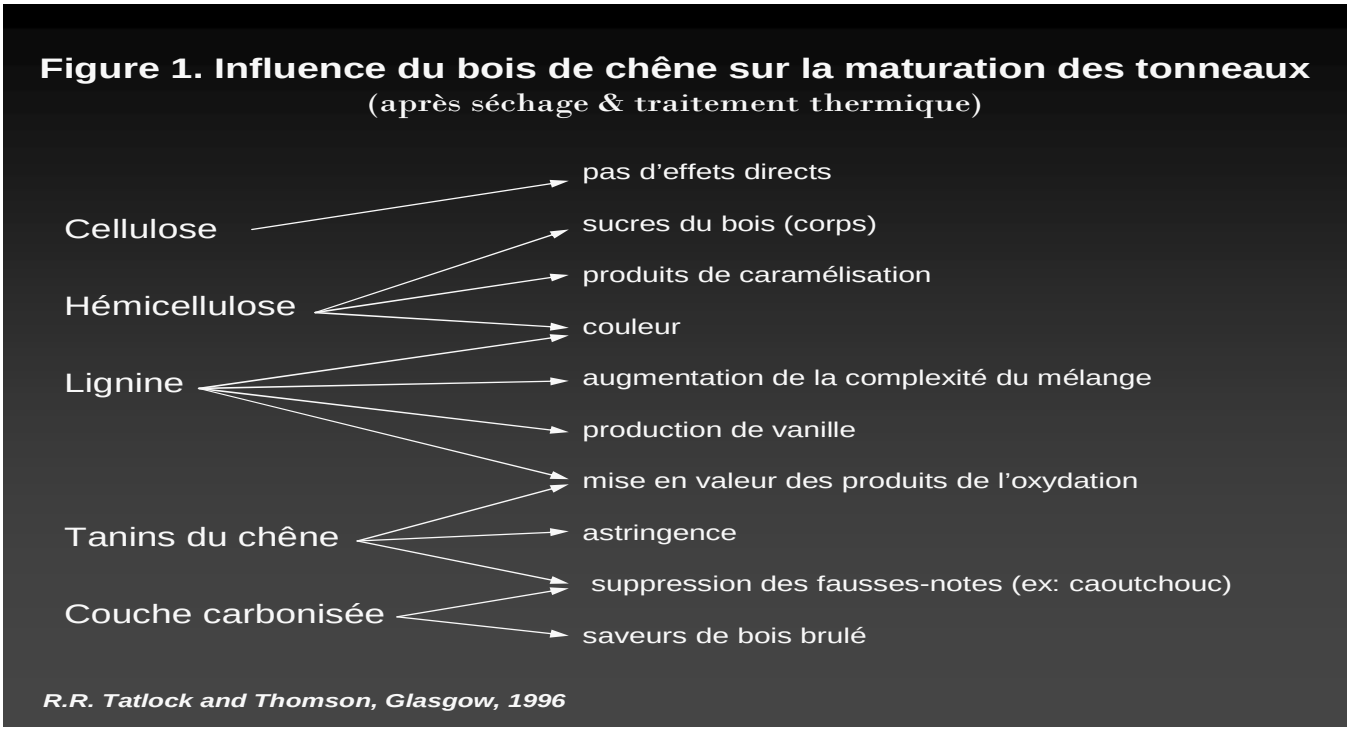
Tableau 1: composition approximative des chênes américains et européens

Espèce	%cellulose	%hémicellulose	%lignine	%extractibles	%Cendres	Ref
Chêne d'Europe	38	29	25	4.4	0.3	1
Quercus robur (a)	39-42	19-26	25-34	3.8-6.1	0,3	2
Chêne français (b)	22-50	17-30	17-30	2-10	-	3
Quercus alba (c)	44	24	24	5.4	1	4
Quercus alba (d)	42	28	25	5,3	0,2	4
Chêne châtaigner (e)	41	30	22	6,6	0,4	4
Chêne étoilé (f)	38	30	26	5,8	0,5	4

(a) – Le *Q. robur* est le chêne anglais ou le chêne du Limousin, répandu dans toute l'Europe
(b) - Espèces non donnée, qu'on croit être *Q. petraea*, le chêne sessile
(c) - Chêne blanc d'Amérique des terres marécageuses de Géorgie
(d) - Chêne blanc américain des hautes terres sèches du Tennessee
(e) - Le chêne châtaignier est *Q. prinus*
(f) - Le chêne étoilé est *Q. stellata*

1 *Bednar, H., and D. Fengel. Holz-Roh Werskt. 32: pp. 99-107 (1974).*
2 *Wagenfuhr, R., and C. Schreiber. In: Holzatlas, V.E.B. Fachbuchverlag, Leipzig, (1974)*
3 *Puech, J-L. PhD Thesis, University of Paul Sabatier, Tolouse (1978). [the lower level of cellulose is probably unreliable]*
4 *Pettersen, R.C. In: 'The Chemistry of Solid Wood' R. Rowell (ed.). pp. 57-127. Am. Chem. Soc., Washington D.C. (1984).*

Figure 1: Façon dont chaque partie de l'arbre influence la maturation

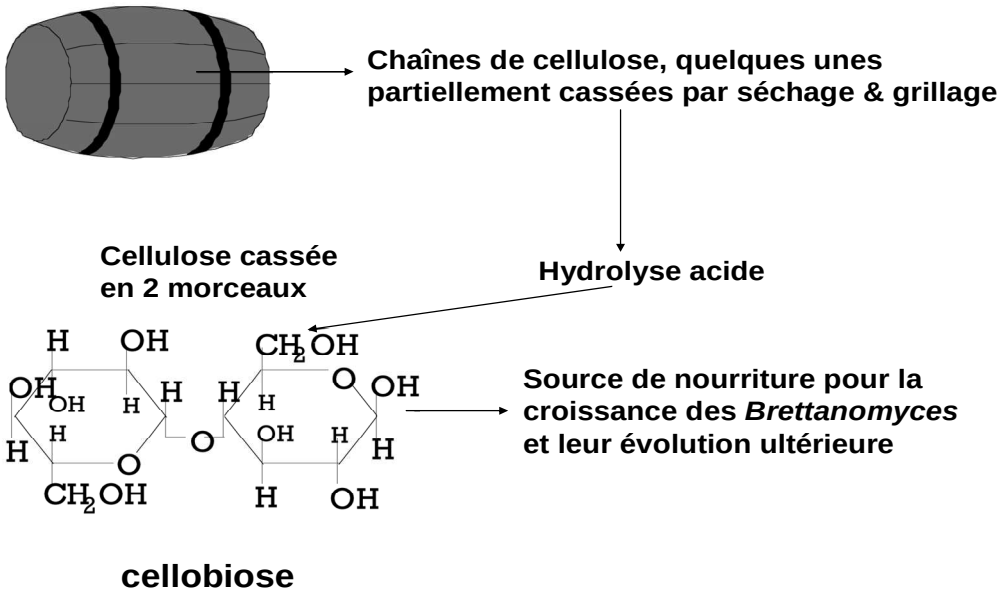


La figure 1 montre comment chaque partie de la chimie de l'arbre influe sur le vin ou les spiritueux. Cependant, chaque élément mérite un certain développement. D'abord, il faut souligner que tous ces éléments constitutifs sont contenus dans une structure cellulaire. Ce fut autrefois un groupe de cellules vivantes. La manière dont ces composés sont combinés est extrêmement complexe et, en fait, ils ne représentent que les parois cellulaires et intercellulaires du matériau solide - la lamelle moyenne [ou médiane] - la majeure partie du volume du bois mort vide de tout matériel. La structure même des parois cellulaires et comment celles-ci varient en contenu de cellulose, hémicellulose et lignine ne font pas partie de cet exposé et ne sera pas discutée plus loin.

1. Cellulose

La cellulose est le polymère naturel le plus abondant sur Terre et se compose de chaînes linéaires d'unités de glucose. La figure 1 montre qu'elle ne joue aucun rôle dans la maturation sinon une action d'aide à tenir le bois ensemble. Toutefois, il existe des preuves qu'elle peut jouer un rôle dans l'action des bactéries lors de la maturation du vin, mais pas celle du whisky. Ce point de vue suggère que des paires d'unités de glucose peuvent se détacher et donner un composé résultant, le cellobiose, qui peut agir comme élément nutritif dans l'activité des levures *Brettanomyces* dans les vins. Ce mécanisme est illustré à la figure 2.

Figure 2: action sur les Brettanomyces de la cellulose du chêne cassée dans la maturation en fûts

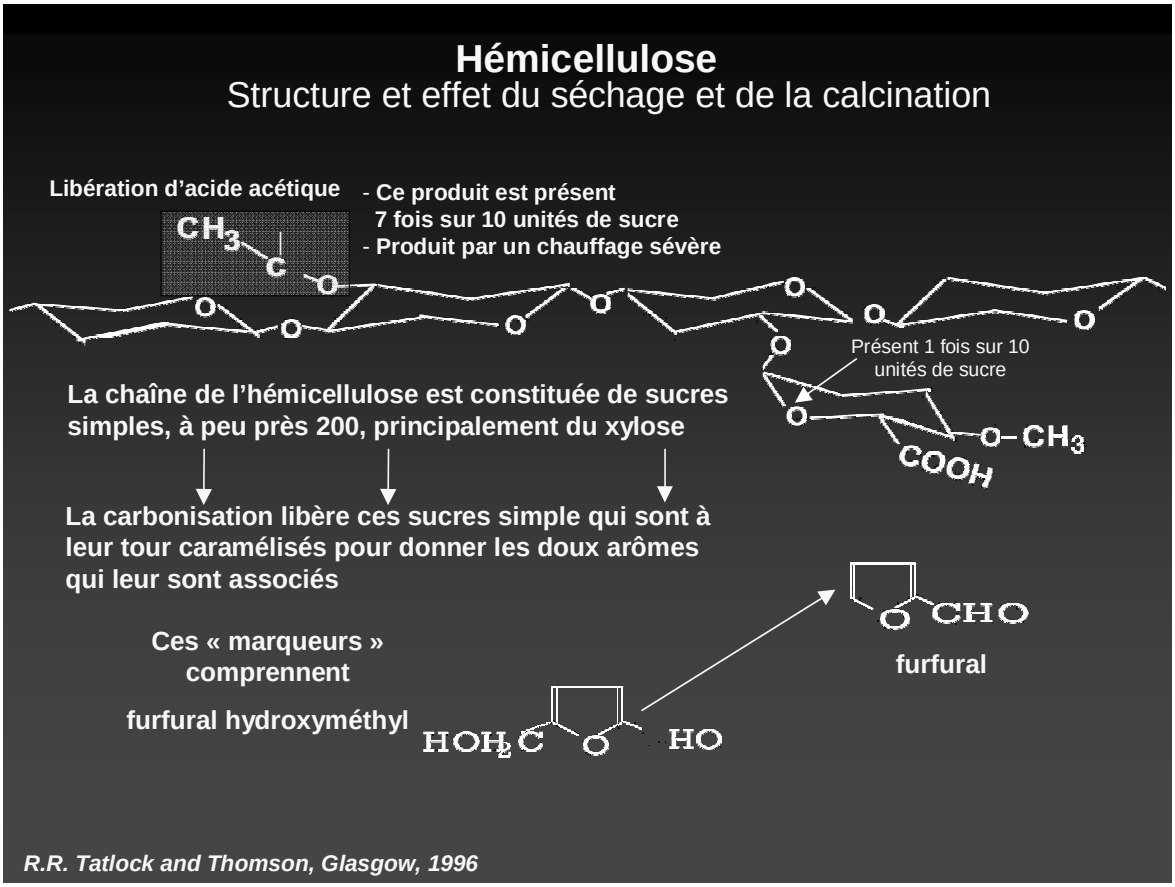


2. Hémicellulose

L'hémicellulose est un polymère à deux dimensions qui se compose de plusieurs sucres simples. Si on considère que la cellulose se compose simplement d'unités de glucose, l'hémicellulose peut être décomposée en plusieurs sucres simples. Ils comprennent le glucose, le xylose, le mannose, le rhamnose, l'arabinose et le galactose. Malgré ses deux dimensions de structure comparée à une chaîne de dimension unique comme celle de la cellulose, l'hémicellulose est moins abondante et moins stable. Avec de la chaleur, elle se décompose en sucres constitutifs et ceux-ci se brisent rapidement en produits de caramélisation. Cet aspect de la torréfaction et la carbonisation du bois de chêne est extrêmement complexe mais il est manifestement très important dans le développement des arômes toastés. Le processus de casse de l'hémicellulose commence avec une chaleur autour de 140°C (284°F) 5 et devient exothermique - c'est à dire, que le processus libère de la chaleur à des températures dépassant 225°C (437°F). Ces changements sont illustrés dans les figures 3 et 4.

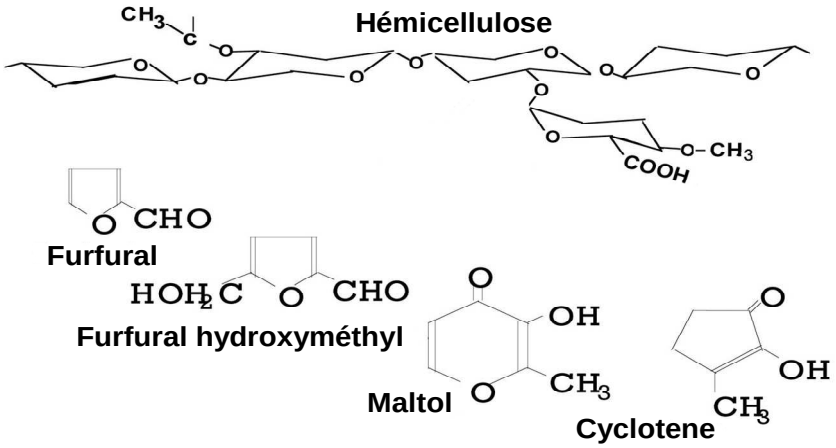
5 *Ramiah, M.V. J. Appl. Polymer Science, 14: pp.1323. (1970).*

Figure 3: libération de saveurs grillées par le traitement thermique du bois de chêne



La production de la carbonisation en furfural, furfural hydroxyméthyl, maltol, cyclotene (6) et une foule d'autres produits de structures très condensées donnent la couleur brune du caramel. De l'acide acétique et du méthanol sont également formés. Ainsi, la dégradation de l'hémicellulose produit des sucres du bois qui ajoutent au reste des produits de maturation, des arômes grillés et des couleurs. À l'exception du furfural ces composants ont une douceur associée au sucre brûlé ou des arômes de caramel et des saveurs. De plus il y a de nombreux autres composés libérés pendant la carbonisation qui présentent des caractéristiques similaires.

Figure 4: Production de saveurs toastées connues par la casse de l'hémicellulose du chêne

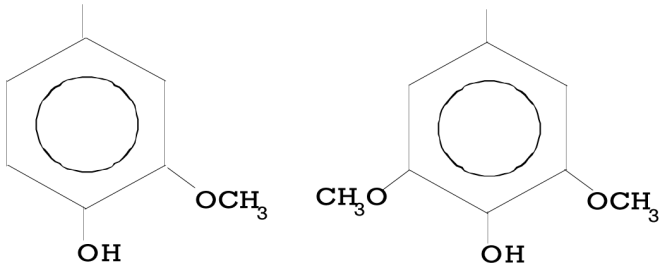


***6**.Nishimura, K., M. Ohnishi., M. Masuda., K. Koga, and R. Matsuyama. In: Flavour of Distilled Beverages J.R. Piggot (ed.). pp. 241-255. Ellis Horwood, Chichester. (1983).*

3. Lignine

La lignine est un polymère tridimensionnel. Bien que l'un des plus abondant des matériaux naturel de la Terre, il est l'un des moins bien compris. Toutefois, il est connu que la lignine du chêne - à savoir, la lignine de bois dur - se compose de deux briques de construction, les structures « *guayacil* » et « *syringil* » [Note du transcripteur : les termes restent en anglais, je n'ai pas trouvé d'équivalents en français.]. Elles sont montrées dans la figure 5. Dans les boissons vieillies ces deux briques donnent lieu à deux groupes de composés. Ce sont des « coniferaldéhyde » [Peut-être de l'alcool coniférylique ???], de la vanilline et de l'acide vanillique dans le groupe de structure « guayacil », et des sinapaldéhydes, des « syringaldehyde » et de l'acide syringique dans la structure « syringil ». La structure et les seuils de détection de l'arôme de ces composés (dans 20% d'alcool : eau) sont présentés figure 7.

Figure 5: Briques de « guayacil » et « syringil » de la lignine du bois de chêne



De tous ces composés, la vanilline est la plus importante. La figure 6 montre la complexité (presque chaotique) de la structure de la lignine du bois et la figure 7 montre la série des composés « guayacil » et « syringil » et que l'on trouve dans les boissons vieillies. La figure 6 montre également comment l'application d'une chaleur relativement douce ou l'attaque d'un acide doux libère les composés énumérés ci-dessus, connus collectivement comme des aldéhydes phénoliques. Mais lorsqu'une chaleur supplémentaire est appliquée, la lignine complexe peut se casser en structures beaucoup plus simple, des phénols volatils sous forme de vapeur. Ils sont responsables des arômes de fumées et de saveurs souvent trouvées après maturation en baril.

Figure 6: Effet de la chaleur sur la lignine du bois de chêne

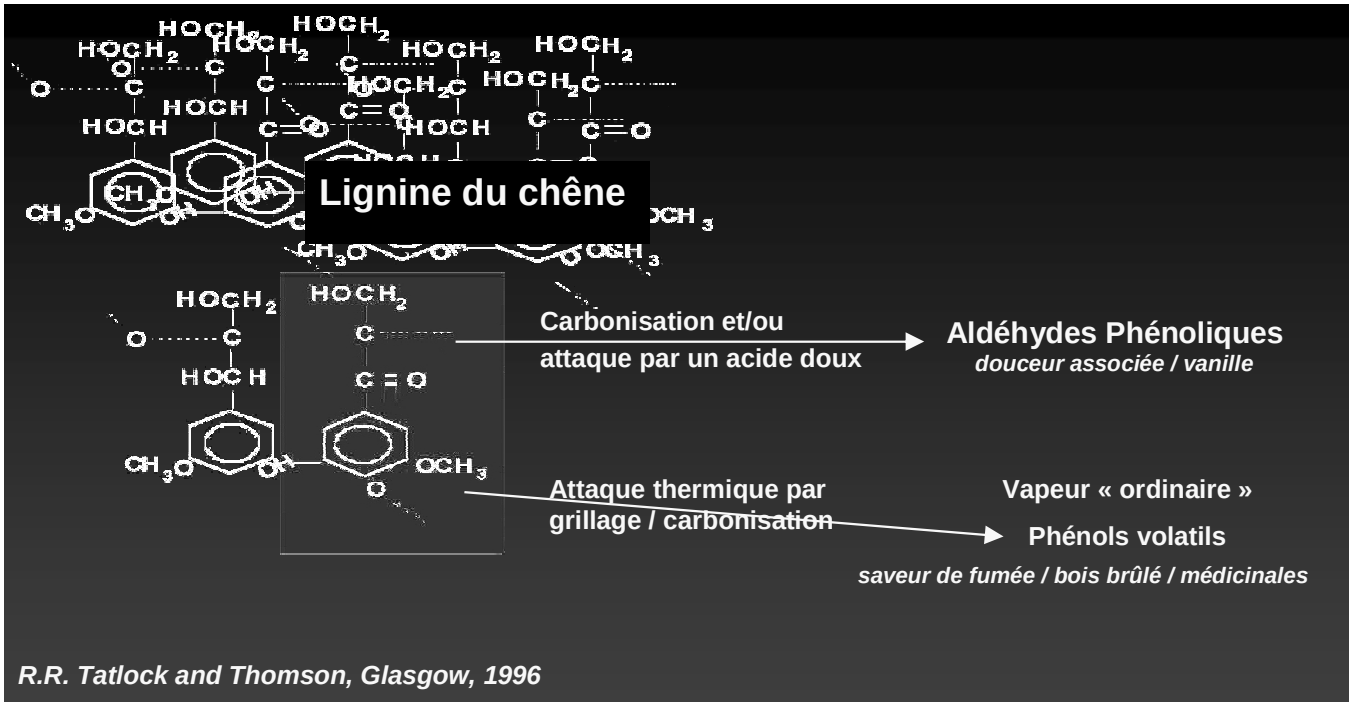
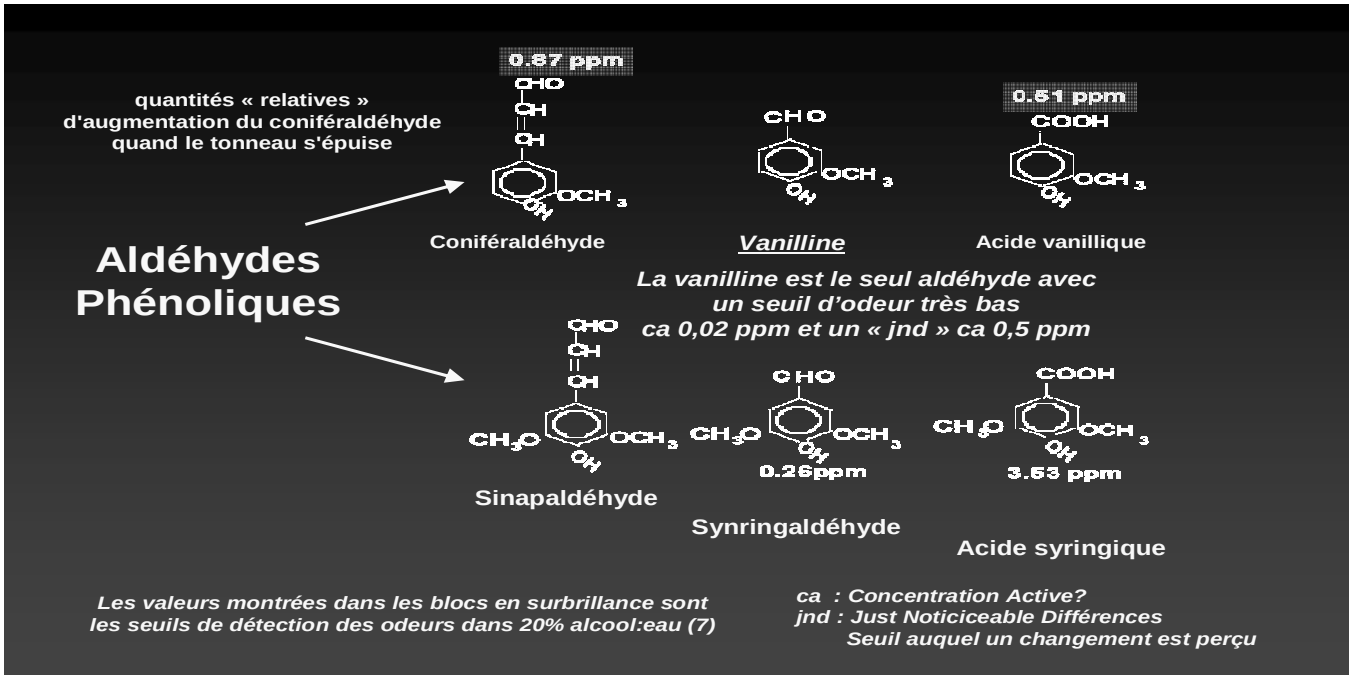


Figure 7: aldéhydes phénoliques libérés à partir du bois de chêne lors du vieillissement



7. Swan, J.S. unpublished.

4. Tanins du chêne

Les tanins du chêne sont les moins bien compris de la chimie du bois de chêne, bien que certaines des avancées significatives dans leur compréhension aient été réalisées au cours de ces dernières années. Pendant la majeure partie du 20e siècle l'étude des tanins a été un bourbier scientifique, principalement en raison de la complexité des tanins et parce qu'il n'y a pas une évidente utilisation majeure des tanins. Autrefois les tanins d'origine végétale jouaient un rôle plus important dans la société parce qu'ils étaient utilisés pour tanner le cuir et faire de l'encre. Les tanins de noix de galle ont été particulièrement populaires.

Les tanins du chêne sont décrits comme *hydrolysables*, car ils peuvent être décomposés en parties plus simples, en présence d'eau et d'acidité, à la différence des tanins de raisins qui se *condensen*t et sont moins destructibles. Les tanins du chêne sont formés dans l'arbre qui pousse, dans le but de conserver les aliments. Dans le chêne, ces composés sont appelés *ellagitanins*. Les ellagitanins se forment quand le glucose se combine avec l'acide ellagique et parfois avec l'acide gallique. Les composés qui en résultent sont à la fois astringents et amers et sont clairement peu attrayants pour des prédateurs potentiels. C'est une partie importante du processus de séchage et de grillage (ou carbonisation) que de briser les tanins et les rendre plus acceptables. Dans le même temps, ils jouent également un rôle essentiel dans la maturation en permettant l'oxydation et la création d'un parfum délicat pour les spiritueux. Trois étapes sont impliquées dans ce mécanisme. Les deux premières sont communes à la fois aux vins et aux spiritueux. La troisième est en grande partie limitée aux alcools.

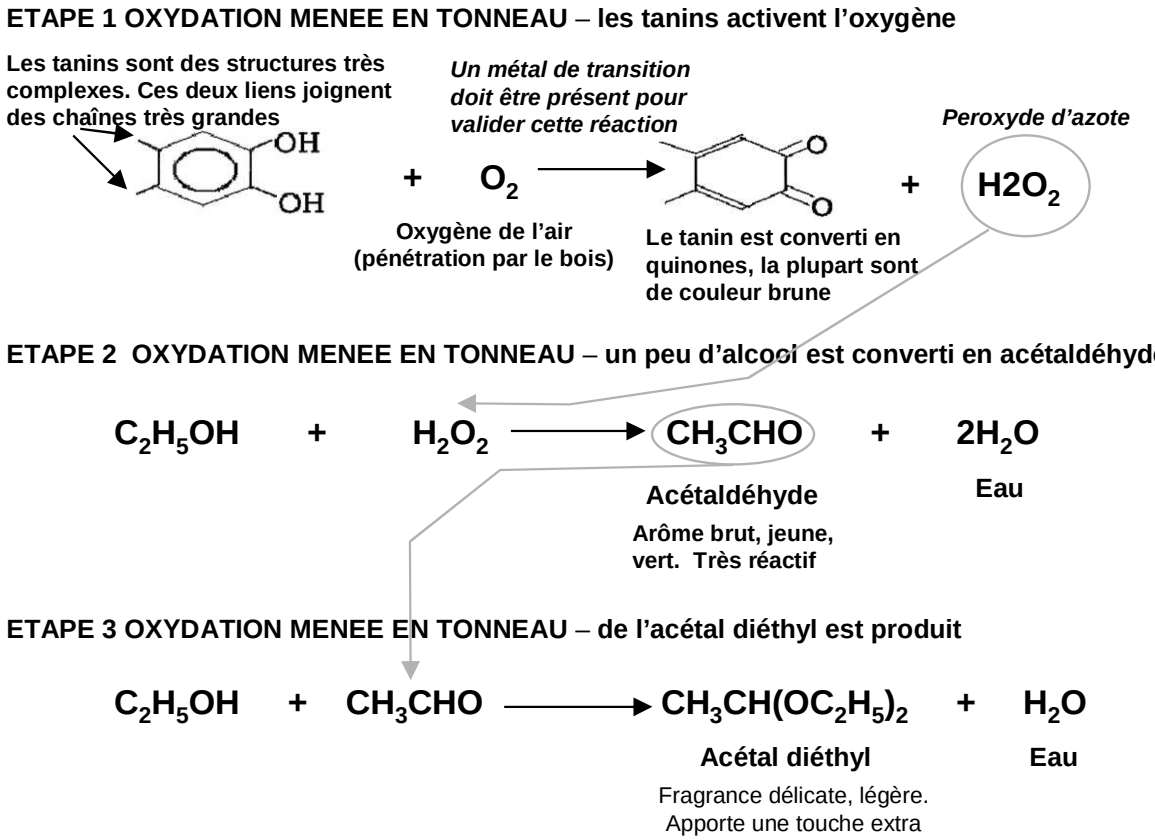
Dans la première de ces étapes, le tanin du bois réagit avec l'oxygène en présence d'un métal de transition - par exemple, le fer, le cuivre ou le manganèse - et libère de l'oxygène actif qui peut être représenté par du peroxyde d'hydrogène (étape 1 de la figure 8). À l'étape 2 l'oxygène activé est capable d'oxyder l'alcool en acétaldéhyde. Dans la troisième étape plus d'alcool se combine avec l'acétaldéhyde de l'étape 2 et crée un nouveau composé dans la boisson. C'est de l'acétal diéthyl, souvent simplement appelé acétal. Ce composé a une influence très éthérée sur le produit en lui donnant de la délicatesse et une top-note. Sans cette étape de mûrissement les alcools sont ternes et plats. Dans les vins il y a une concurrence intense entre les acétaldéhydes à partir de l'étape 2 pour former de l'acétal diéthyl.

Les tanins sont assez facilement décomposés au cours de l'aromatisation et du grillage et sont examinés plus loin.

5. Les lactones du chêne

Les lactones de chêne apparaissent dans leur plus haut niveau dans le bourbon. Les taux dans cette boisson peuvent atteindre dix parties par million à comparer à des niveaux qui sont généralement bien en dessous de deux dans d'autres boissons. Les lactones de chêne ont un caractère boisé fort et contribuent à l'arôme unique et la saveur du Bourbon. Bien qu'elles apparaissent dans tous les bois de chêne utilisés en tonnellerie, l'isomère cis est à un taux plus élevé dans le chêne blanc d'Amérique si on le compare aux autres espèces. L'isomère cis a un caractère plus intense que le trans et influence toutes les boissons qui sont élevées dans les futs neufs, et parfois ceux déjà utilisés, en chêne américain. Ces deux composés proviennent de petites quantités de lipides, huiles, graisses et cires, du chêne et augmentent de façon spectaculaire au cours du séchage et du grillage. Ils peuvent également diminuer au cours du grillage, voir la figure 9.

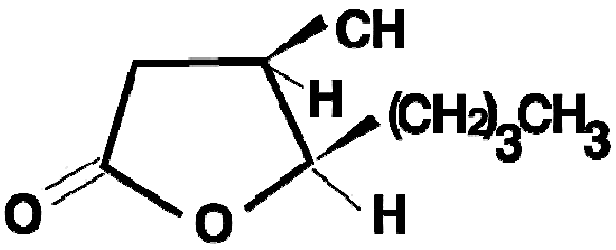
Figure 8: Le rôle des tanins de chêne dans l'oxydation des vins et spiritueux



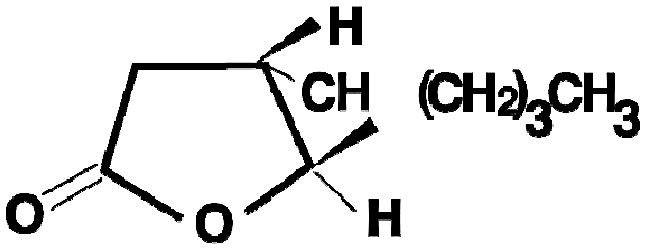
Les noms complets de ces composés sont *cis*-β-methyl-γ-octalactone et *trans*-β-methyl-γ-octalactone. Leurs structures chimiques sont indiquées ci-dessous à la figure 9. En fait théoriquement deux versions de chacun de ces composés peuvent exister, mais en pratique, seuls deux sont trouvés (8).

Figure 9: les lactones du chêne

La différence entre les deux est évidente ici. Dans le <u>cis</u> les deux hydrogènes sont dirigés vers le bas et les deux groupes volumineux sont en haut. Dans le <u>trans</u>, un hydrogène pointe en bas et un en haut. Les récepteurs sensoriels sensibles sont extrêmement sensibles à cette forme moléculaire.



Lactone du chêne CIS (seuil = 0.087 ppm)



Lactone du chêne TRANS (seuil = 0.79 ppm)

8 Abbot, N., J.-L. Puech., C. BAYONOVE, et Baumes R.. Am. J. Enol. Vitic. 46: pp .292-294. (1995).

Généralement les deux isomères sont décrits comme boisés avec un arôme de noix de coco, la version cis étant beaucoup plus intense. Certains ont signalé l'isomère cis avec un arôme de rose, d'autres celui du céleri pour la version trans (9). Dans leurs travaux ils ont rapporté qu'une des caractéristiques notables des lactones de chêne semble être son caractère douceâtre. Il en résulte une tendance à considérer le produit comme moins délicat et manquant de finesse.

6. L'analyse chimique utilisée dans la Recherche sur le Bois de Chêne

Afin de comprendre comment le tonneau influence le vin et de la saveur des alcools pour une raison quelconque (nouveaux produits, meilleure fabrication des tonneaux, réduction des coûts de production, etc.) deux types d'analyses peuvent être faites - analytique et sensorielle. Le tableau 2 montre l'analyse chimique telle qu'elle est actuellement interprétée et comment elle décrit la composition du chêne. Les composés indiqués entre parenthèses sont prévus pour une inclusion dans l'avenir. Tous les autres composés ont été mesurés par habitude dans les recherches ayant abouti à ce symposium. L'évaluation sensorielle est examinée séparément.

Tableau 2: Analyse des Composés Dérivés des Saveurs de Chêne

Hémicellulose	5-hydroxymethyl furfural (HMF)		
	Furfural (formaldéhyde)		
	(Maltol)		
	(5-methyl furfural)		
	(Cyclotène)		
	Acide acétique		
	Xylose		
	Glucose		
	Arabinose		
	Rhamnose		
	Fructose		
Lignine	Vanilline	Char (à partir de la lignine)	Phénol
	Syringaldéhyde		Gaïacol
	Coniféraldéhyde		o-Crésol
	Acide vanillique		Gaïacol ethyl
	Sinapaldéhyde		p-Crésol
	Acide syringique		Eugénol
Tanins	Vescalagine		
	Castalagine		
	Acide ellagique		
	Acide gallique		
D'autres	Scopoletine		
Lipides	cis-lactone du chêne		
	trans-lactone du chêne		

9 *Gunther, C.,and A. Mosandl. Liebigs Ann. Chem., pp. 2112-2122. (1986).*