

# **Application de Bentonite aux Moûts en Fermentation**

## **Effet sur la Formation et Évolution du Méthanol et des Alcools Supérieurs en deux Cépages de la Région des “Vinhos Verdes”, Loureiro et Trajadura**

*José Maria Oliveira; José Sousa Maia; Maria Odete Maia*  
*Universidade do Minho, Centro de Engenharia Biológica, Campus de Gualtar*  
*4710 Braga - Portugal*

### **Introduction**

En dépendant de son origine, et prenant compte la séquence biotechnologique utilisée pour l'élaboration et conservation du vin, l'arôme peut être classifié en quatre catégories différentes: variétal, pré-fermentaire, fermentaire et post-fermentaire ou bouquet (Cordonnier et Bayonove, 1978).

Quoiqu'il y ait des vins où le composant variétal de l'arôme prend une importance significative, comme les cépages muscat et d'autres variétés aromatiques (Marais, 1983; Strauss *et al.*, 1986), c'est celui qui est produit pendant la fermentation (alcoolique et malolactique) qui donne au vin le corps et la vinosité (Rapp et Mandery, 1986; Castino, 1988). Les principaux composés formés pendant cette phase, ce sont l'éthanol et le glycérol, ayant d'autres, cependant, qui n'apparaissent presque toujours qu'à l'état de traces, mais qui peuvent contribuer quand même, de façon significative pour l'arôme global du vin; ce sont les acides organiques, les alcools supérieurs et les esters et, en moindre extension les aldéhydes. Sont aussi produits, des composés indésirables comme l'acide sulphydrique, les sulfures et les thiols (Henschke et Jiranek, 1993).

Plusieurs facteurs peuvent affecter la quantité et la qualité des composés formés pendant les procédés fermentatifs: variété de raisin, procédures technologiques, composition du moût, pH du moût, température de fermentation, niveau d'aération du moût, souche de levure qui conduit la fermentation (Bertrand, 1978; Bertrand et Torres-Alegre, 1984; Houtman et Du Plessis, 1985; Bertrand, 1989).

Sur le point de vue quantitative, ce sont les alcools supérieurs le plus grand groupe de composés aromatiques des boissons alcooliques, étant les esters d'acides gras, le groupe plus nombreux (Nykänen, 1986).

Les alcools supérieurs sont pratiquement absents dans les moûts (avec l'exception de quelques-uns avec six atomes de carbone), mais on les peut trouver dans les vins en concentrations relativement élevées et atteignant, dans son ensemble, des teneurs supérieures à

100 mg/L (Bidan, 1975; Curvelo-Garcia, 1988). Les principaux alcools supérieurs des vins avec des teneurs fréquemment supérieures à 50 mg/L sont le 2-méthyl-1-propanol, le 3-méthyl-1-butanol, le 2-méthyl-1-butanol et le 2-phényl-éthanol. Présents aussi en quantités appréciables (normalement entre 1 et 50 mg/L) on peut citer le 1-propanol, le 1-butanol, le 1-hexanol, le 3-méthyl-2-butanol, le 1-décanol, le 2-butanol et le tyrosol (Bidan, 1975; Ribèreau-Gayon, 1982; Rapp et Mandery, 1986; Curvelo-Garcia, 1988; Castino, 1988). Quand ces composés sont présents en faibles concentrations (au-dessous de 300 mg/L) ils peuvent contribuer de façon favorable pour l'arôme de quelques vins (Rapp et Mandery, 1986; Rapp et Versini, 1995). Cependant, habituellement on les attribue des odeurs fortes et déplaisantes (Nykänen, 1986).

Deux grandes voies référents à l'origine des alcools supérieurs sont indiquées, mais on ne sait pas la contribution exacte de chacune (Moutounet, 1969; Chen, 1978; Curvelo-Garcia, 1988):

- voie catabolique, qui peut suivre ou pas le mécanisme d'Ehrlich. Par cette voie, les alcools sont formés pour dégradation des acides aminés à travers d'un procès qui englobe transamination, décarboxylation et réduction, successivement;
- voie biosynthétique, à partir du métabolisme des sucres, ayant comme intermédiaires les acides cétoniques.

Il est connu que la clarification des moûts avant la fermentation a des reflets positifs sur la qualité aromatique finale des vins (Ribèreau-Gayon *et al.*, 1975; Bertrand, 1978) et sur sa limpidité et stabilité (Caldeira e Belchior, 1990; Poinssaut e Hardy, 1995). Cependant, Ollivier *et al.* (1987) référent que chaque variété possède un optimum pour la clarification du moût.

Normalement, cette clarification est réussite par débouillage statique, filtration sous vide ou centrifugation. Il est aussi commun le recours au collage pré-fermentaire (Ribèreau-Gayon *et al.*, 1975; Poinssaut et Hardy, 1995).

D'autres études publiées, quoi qu'en nombre réduit, référent l'application de colles aux moûts au débout ou pendant la fermentation alcoolique. Dans ce contexte, Main et Morris (1994) ont vérifié que cette pratique peut être intéressante sur la réduction des quantités de SO<sub>2</sub> ajoutées au moût. Puig-Deu *et al.* (1996), d'autre part, ont constaté que ce traitement peut provoquer une réduction du teneur de quelques constituants du vin comme les protéines, les alcools supérieurs et les esters.

Les bentonites sont des argiles de structure foliaire caractérisés pour un élevé contenu en montmorillonite. Sa structure cristalline détermine une polarisation électrique de façon que la surface des feuillets est chargée négativement et les bords positivement (Úbeda, 1994). Ces propriétés permettent son emploi comme clarifiant et stabilisant des protéines, du fer et du

cuivre, permettant encore l'adsorption des enzymes responsables pour les phénomènes d'oxydation (Poinsaut et Hardy, 1995).

Dans la Région des "Vinhos Verdes", au Nord du Portugal, il est commun ajouter bentonite aux moûts après le démarrage de la fermentation alcoolique. Cette pratique remonte à l'époque qu'il n'y avait pas d'équipement adapté à une bonne clarification, d'un côté, et à un bon contrôle de la température du moût, d'autre. Telle option technologique permettait encore obtenir des vins relativement bien clarifiés; il reste encore savoir si cette pratique traditionnelle doit'elle se maintenir face aux moyens technologiques d'aujourd'hui.

L'objectif de ce travail est l'étude de l'influence de l'application de bentonite aux moûts des cépages Loureiro et Trajadura en fermentation, sur la formation et l'évolution du méthanol et des alcools supérieurs dans les vins correspondants.

## Matériels et Méthodes

**Vinification** - Les raisins des cépages Loureiro et Trajadura ont été cueillis (vendange de 1995) dans la Station Vitivinicole Amândio Galhano à Arcos de Valdevez à l'époque plus favorable concernant la maturation industrielle. Le transport à la cave de la Station a été fait en caisses de 15-20 kg. Les procédures de préparation du moût et de vinification ont été effectuées de la même façon pour les deux variétés en étude.

Mille litres de moût ont été préparés selon la méthode traditionnelle utilisée dans la Région des "Vinhos Verdes", en faisant égrappage, pressurage (presse pneumatique FAS) et débouillage statique (16 heures à 12 °C); avant le débouillage, on a ajouté au moût 36 mg/L de SO<sub>2</sub>.

Après la clarification, le moût a été reparti par deux cuves de 500 litres et inoculé avec levure sèche active *Saccharomyces cerevisiae* (*bayanus*) QA23 (Lalvin) à 20 g/hL. La fermentation alcoolique a été conduite à température contrôlée de 18 ± 1 °C et le moût a été aéré tous les jours après le démarrage net de la fermentation. Deux jours après ce démarrage, on a ajouté de la bentonite (bentonite sodique *granulée Volclay KWK Food Grade*, 20-70 mesh, 10% en suspension aqueuse) dans une cuve dans la proportion de 60 g/hL.

Quand la masse volumique est descendue à 1020 kg/m<sup>3</sup>, la température de fermentation a été fixée aux 22 ± 1 °C; quand ce paramètre a atteint les 100 kg/m<sup>3</sup>, on a fait un soutirage avec aération.

Après un mois, les vins ont souffert un nouveau soutirage avec aération, ayant été ajoutés en SO<sub>2</sub> (48 mg/L). Un mois et demi après, les vins ont été collés avec bentonite (60 g/hL) ayant

resté en repos à -3 °C pendant 15 jours (absence d'O<sub>2</sub>). Avant de l'embouteillage, ils ont été passés par un filtre de plaques (*CKP V16 - Cartiera di Cordenons*) et corrigés de l'action du SO<sub>2</sub>. Les bouteilles ont été gardées à l'abri de la lumière dans la Cave de la Station.

**Échantillonnage** - Ont été recueillis échantillons du moût, des vins à la fin de la fermentation alcoolique, des vins avec environ 3 mois (lors l'embouteillage) et encore des vins embouteillés avec 15 mois. Tous les échantillons ont été saturés avec azote et conservés à -20 °C jusqu'au moment de leur préparation pour analyse.

Les codes attribués aux échantillons ont été les suivants:

M<sub>L</sub>, M<sub>T</sub> - moûts Loureiro et Trajadura, respectivement

V<sub>L</sub>, V<sub>LB</sub>, V<sub>T</sub>, V<sub>TB</sub> - vins Loureiro et Trajadura avec et sans application de bentonite

V<sub>L3</sub>, V<sub>LB3</sub>, V<sub>T3</sub>, V<sub>TB3</sub> - vins Loureiro et Trajadura avec et sans application de bentonite, avec environ 3 mois (occasion de l'embouteillage)

V<sub>L15</sub>, V<sub>LB15</sub>, V<sub>T15</sub>, V<sub>TB15</sub> - vins Loureiro et Trajadura avec et sans application de bentonite, avec environ 15 mois (après la fermentation alcoolique)

#### **Méthodes analytiques:**

*Paramètres physico-chimiques* - Les paramètres suivants ont été quantifiés: titre alcoométrique volumique, acidité totale et acidité volatile, SO<sub>2</sub> libre, extrait sec total et pH en suivant les méthodes proposées par le Journal Officiel des Communautés Européennes (1990).

*Composés aromatiques* - Ont été recherchés dans le moût et les vins le méthanol et les alcools supérieurs suivants: 2-butanol, 1-propanol, 3-méthyl-2-butanol, 2-méthyl-1-propanol, 2-pentanol, 2-méthyl-1-butanol, 3-méthyl-1-butanol, 1-pentanol, 1-hexanol et 2-phényl-éthanol. Pour l'analyse, on a centrifugé les moûts et les vins à 8000 tpm pendant 5 minutes et filtré le surnageant par membrane de 0.2 µm. À 5 mL ainsi traités, on a ajouté 0.5 mL de solution de 4-méthyl-2-pentanol (étalon interne) à 1.048 g/L. La quantification a été effectuée par chromatographie en phase gazeuse (appareil *Chrompack CP 9001*), en injectant 1 µL dans les conditions suivantes: colonne CP-Wax 57 CB (50 m x 0.32 mm, épaisseur de phase 0.2 µm); injecteur *Split/Splitless* (250 °C), *split ratio* = 16; détecteur à ionisation de flamme (250 °C); gaz vecteur N<sub>2</sub> (60 kPa); température du four, 70 °C pendant 10 min, 3 °C/min jusqu'à 100 °C et 10 °C/min jusqu'à 220 °C, maintenue à cette température 15 minutes.

## **Résultats et Discussion**

Pendant la fermentation alcoolique des deux cépages, on n'a pas trouvé des différences significatives en ce qui concerne à la masse volumique du moût avec ou sans bentonite. Au final de cette fermentation, les vins obtenus ont présenté les paramètres du tableau 1. Il montre que les vins fermentés avec bentonite présentent un extrait sec et une acidité totale légèrement inférieurs.

Tab. 1- Quelques paramètres physico-chimiques des vins à la fin de la fermentation alcoolique

Paramètre	Vin			
	V <sub>L</sub>	V <sub>LB</sub>	V <sub>T</sub>	V <sub>TB</sub>
Titre alcoométrique (% - v/v)	10.8	10.6	9.5	9.5
Acidité totale (g/L ac. tartrique)	8.25	7.98	7.61	7.28
Acidité volatile (g/L ac. acétique)	0.29	0.29	0.24	0.22
pH	3.00	2.97	3.35	3.30
SO <sub>2</sub> libre (mg/L)	< 10	< 10	< 10	< 10
Extrait sec total (g/L)	20.9	19.8	22.4	22.1

Pour le cépage Loureiro, l'analyse chromatographique a révélé les résultats présentés au tableau 2 et figure 1.

Tab. 2- Concentration en méthanol et alcools supérieurs du moût et des vins du cépage Loureiro

composé	concentration (mg/L)							C.V. (%) <sup>0.05</sup>
	M <sub>L</sub>	V <sub>L</sub>	V <sub>L3</sub>	V <sub>L15</sub>	V <sub>LB</sub>	V <sub>LB3</sub>	V <sub>LB15</sub>	
méthanol	5.8	15.1	15.9	17.4	13.4	15.3	19.2	8.8
2-butanol	—	—	—	—	—	—	—	—
1-propanol	—	24.3	17.4	21.1	17.6	16.2	19.9	12.5
3-méthyl-2-butanol	—	—	—	—	—	—	—	—
2-méthyl-1-propanol	—	17.7	20.6	23.7	17.7	18.3	21.9	3.8
2-pentanol	—	—	—	—	—	—	—	—
2-méthyl-1-butanol	—	23.7	28.6	30.1	24.1	23.5	29.6	4.9
3-méthyl-1-butanol	—	186.1	177.3	188.7	168.9	169.6	166.2	0.4
1-pentanol	—	—	—	—	—	—	—	—
1-hexanol	—	1.8	1.8	1.9	1.6	1.6	1.7	4.6
2-phényl-éthanol	< 1.0	42.6	41.6	49.2	42.0	44.9	60.3	3.5
<b>total alc. sup.</b>	<b>&lt; 1.0</b>	<b>296.2</b>	<b>287.3</b>	<b>314.7</b>	<b>271.9</b>	<b>274.1</b>	<b>299.6</b>	

— au-dessous de la limite de détection de la méthode (< 0.5 mg/L)

Les résultats du tableau 2 montrent que les vins originaires des moûts ajoutés de bentonite semblent avoir plus basse teneur en 3-méthyl-1-butanol et, conséquemment, en alcools supérieurs totaux. Sur les autres composés, il n'y a pas de différences significatives. En ce qui concerne l'évolution au long du temps, il semble avoir un léger accroissement du teneur en alcools supérieurs.

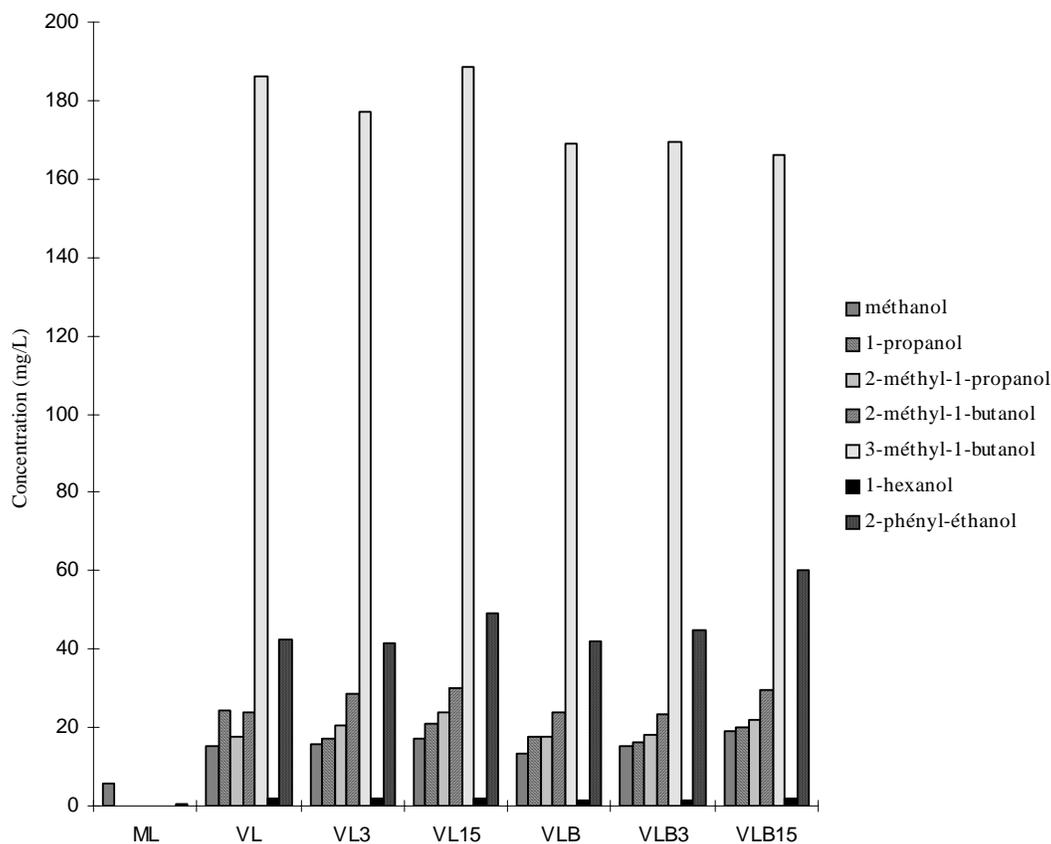


Fig. 1- Concentration en méthanol et alcools supérieurs du moût et des vins du cépage Loureiro

Les résultats pour le cépage Trajadura sont présentés au tableau 3 et figura 2.

On doit référer que les figures 1 et 2 ne présentent pas les composés dont les teneurs se trouvent au-dessous du seuil de détection chromatographique.

Pour la variété Trajadura on a trouvé le même comportement que pour le Loureiro. L'application de bentonite n'influence pas significativement la concentration final du méthanol et des alcools supérieurs des vins. Pendant la conservation des vins, on ne trouve pas des grandes altérations.

Tab. 3- Concentration en méthanol et alcools supérieurs du moût et des vins du cépage Trajadura

composé	concentration (mg/L)							C.V. (%) <sup>0.05</sup>
	M <sub>T</sub>	V <sub>T</sub>	V <sub>T3</sub>	V <sub>T15</sub>	V <sub>TB</sub>	V <sub>TB3</sub>	V <sub>TB15</sub>	
méthanol	19.7	38.3	35.1	41.1	32.2	33.8	34.2	8.8
2-butanol	—	—	—	—	—	—	—	—
1-propanol	—	38.4	28.3	29.3	32.9	30.1	28.4	12.5
3-méthyl-2-butanol	—	—	—	—	—	—	—	—
2- méthyl -1-propanol	—	18.5	16.7	16.2	17.7	16.3	13.0	3.8
2-pentanol	—	—	—	—	—	—	—	—
2- méthyl -1-butanol	—	12.1	10.3	10.7	12.5	10.5	8.5	4.9
3- méthyl -1-butanol	—	121.4	114.8	121.8	115.1	115.8	119.2	0.4
1-pentanol	—	—	—	—	—	—	—	—
1-hexanol	1.6	1.5	1.6	2.0	1.4	1.6	1.8	4.6
2-phényl-éthanol	< 1.0	9.1	9.0	9.5	8.6	8.3	8.4	3.5
<b>total alc. sup.</b>	<b>&lt; 2.6</b>	<b>201.0</b>	<b>180.7</b>	<b>189.5</b>	<b>188.2</b>	<b>182.6</b>	<b>179.3</b>	

— au-dessous de la limite de détection de la méthode (< 0.5 mg/L)

De toute façon, l'application de bentonite aux moûts n'a pas affecté de forme significative la production des alcools supérieurs, même si on reconnaît en cette argile la capacité d'entraîner quelques constituants du moût.

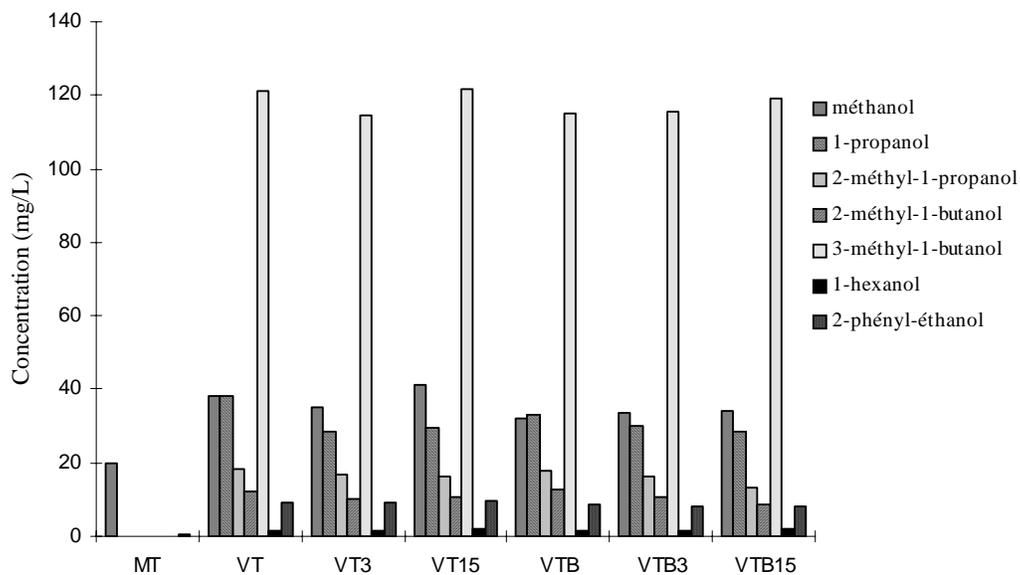


Fig. 2- Concentration en méthanol et alcools supérieurs du moût et des vins du cépage Trajadura

L'erreur de la méthode analytique est déterminée pour un niveau de confiance de 95%. Ce paramètre a été calculé à partir de la surface moyenne des pics chromatographiques obtenus pour six échantillons du vin  $V_{L3}$  préparés isolément, en faisant deux injections de chacun. On pense que les résultats peuvent, en principe, être appliqués aux autres vins une fois que l'ordre de grandeur des concentrations est pareil. Les erreurs trouvées semblent permettre discuter de façon sûre les résultats obtenus puisque sont presque toujours au-dessous de 5%.

En comparant les deux cépages, et une fois que la procédure technologique suivie a été la même, on peut constater que sont les vins issus du cépage Loureiro les plus riches en alcools supérieurs, principalement en 2-phényl-éthanol (4-5 fois), 3-méthyl-1-butanol (vers 1.5 fois) et 2-méthyl-1-butanol (2-3 fois). Par contre, les vins issus du Trajadura présentent plus hautes quantités en méthanol (2 fois, environ) et en 1-propanol (1.5 fois). Les teneurs du 2-méthyl-1-propanol et du 1-hexanol sont pareilles. Ces différences peuvent être attribués, en principe, au pH du moût dépendant lui-même de la variété de raisin. De toute façon, il n'y a pas des études systématiques sur ces deux cépages qui permettent extraire beaucoup de conclusions.

On peut, néanmoins, comparer ces résultats avec ceux de Versini *et al.* (1994) et de Falqué et Fernandez (travail non publié) qui ont étudié les cépages Loureira et Treixadura (congénères du Loureiro et Trajadura) à Galiza, Région Espagnole qui fait frontière avec la Région des "Vinhos Verdes". Les premières auteurs, même sans faire référence au procès technologique suivi, ont trouvé des quantités semblables en méthanol et alcools supérieurs pour le Loureira (avec l'exception du 3-méthyl-1-butanol). Les dernières ont aussi trouvé des quantités semblables pour le cépage Treixadura (avec l'exception du 2-méthyl-1-propanol).

## Conclusions

Il semble qu'on peut conclure que l'application de bentonite aux moûts en fermentation n'affecte pas significativement la formation et évolution du méthanol et des alcools supérieurs pour les deux cépages étudiés. De toute façon, on accepte que de forme général, les vins étant soumis à un collage par bentonite se révèlent organoleptiquement de moindre structure.

Dans tous les vins analysés on a trouvé une teneur totale en alcools supérieurs qui peut contribuer favorablement pour leur qualité aromatique. Cependant seulement le 3-méthyl-1-butanol apparaît en quantités au-dessus du seuil de perception (Simpson, 1979).

Malgré n'avoir pas de différences significatives en ce qui concerne aux alcools supérieurs et au méthanol, elles pourront exister pour d'autres composés importants du point de vue olfactif comme les esters éthyliques d'acides gras et les acétates d'alcools supérieurs. Sera aussi

intéressant étudier la perte d'arômes variétaux, une fois qu'ils peuvent être entraînés par la bentonite (Bayonove *et al.*, 1995).

#### **Remerciements:**

- Eng. Joaquim Arantes ex-directeur de la Station Vitivinicole Amândio Galhano
- Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes

### **Bibliographie**

- Bayonove, C; Cabaroglu, T.; Dufour, C.; Razungles, A.; Sapis, J.C.; Baumes, R.; Gunata, Z. (1995): "*Influence du collage sur le potentiel aromatique varietal du vin*"; XXI Congresso Mundial de la Viña y el Vino, 75ª Asamblea General de la O.I.V., Uruguay
- Bertrand, A. (1978): "*Influence du débourage et de la temperature de fermentation sur les teneurs en substances volatiles des vins blancs*"; Ann. Technol. Agric., 27, 1, 231-233
- Bertrand, A.; Torres-Alegre, V. (1984): "*Incidence de l'action de l'oxygène sur la formation des produits secondaires de la fermentation alcoolique du moût de raisin*"; Sciences des Aliments, 4, 1, 45-64
- Bertrand, A. (1989): "*Ceppi di lievito e loro sviluppo in relazione agli aromi e alla stabilità dei vini*"; Vini d'Italia, 27-33
- Bidan, P. (1975): "*Relation entre la teneur en alcools supérieurs et la teneur des moûts en substances azotées en particulier en acides aminés*"; Bull. O.I.V., 48, 536, 842-867
- Caldeira, I.M.; Belchior, A.P. (1990): "*Influência da defecação e do uso de bentonite no teor em colóides polissacarídicos e proteicos de vinhos brancos*"; Ciência Técnica Vitivinícola, 9, 1-2, 17-27
- Castino, M. (1988): "*Connaissance de la composition du raisin et du vin: passage au vin des substances non transformés par la fermentation; apparition dans le vin des substances nées lors de la fermentation*"; Bull. O.I.V., 689-690, 539-553
- Chen, E.C. (1978): "*The relative contribution of Ehrlich and biosynthetic pathways to the formation of fusel alcohols*"; J. Am. Soc. Brew. Chem., 36,1, 39-43
- Cordonnier, R.E; Bayonove, C.L. (1978): "*Les composants variétales et préfermentaires de l'arôme des vins*"; Parfums, Cosmétiques, Arômes, 24, 67-77
- Curvelo-Garcia, A.S. (1988): "*Controlo da Qualidade dos Vinhos: Química Enológica - Métodos Analíticos*"; Instituto da Vinha e do Vinho
- Henschke, P.A; Jiranek, V. (1993): "*Yeasts - metabolism of nitrogen compounds*"; In: «Wine - Microbiology and Biotechnology», Graham H. Fleet (Editor), chapter 4, Harwood Academic Publishers
- Houtman, A.C.; Du Plessis, C.S. (1985): "*Influence du cépage et de la souche de levure sur la vitesse de fermentation et sur la concentration des composants volatils du vin*"; Bull. O.I.V., 235-246
- *Jornal Oficial das Comunidades Europeias de 3 de Outubro de 1990 - Regulamento (CEE) 2676/90*

- Marais, J. (1983): "*Terpenes in the aroma of grapes and wines: A review*"; S. Afr. J. Enol. Vitic., 4, 2, 49-60
- Main, G.L.; Morris, J.R. (1994): "*Color of Seyval juice and wine as affected by juice fining and bentonite fining during fermentation*"; Am. J. Enol. Vitic.; 45, 4, 417-422
- Moutounet, M. (1969): "*Biosynthèse des alcools supérieurs des boissons fermentées*"; Ann. Technol. Agric., 18, 3, 249-261
- Nykânen, L. (1986): "*Formation and occurrence of flavor compounds in wine and distilled alcoholic beverages*"; Am. J. Enol. Vitic., 37, 1, 84-96
- Ollivier, C.; Stonestreet, T.; Larue, F., Dubourdieu, D. (1987): "*Incidence de la composition colloïdale des moûts blancs sur leur fermentescibilité*"; Conn. Vigne Vin, 21, 1, 59-70
- Poinsaut, P.; Hardy, G. (1995): "*Utilisation des bentonites en Oenologie (3<sup>ème</sup> partie)*"; Revue des Oenologues, n° 77, 29-33
- Puig-Deu, M.; López-Tamames, E.; Bruxaderas, S.; Torre-Boronat, M.C. (1996); "*Influence of must racking and fining procedures on the composition of white wine*"; Vitis, 35, 3, 141-145
- Rapp, A.; Mandery, H. (1986): "*Wine aroma*"; Experientia, 42, 873-884
- Rapp, A.; Versini, G. (1995): "*Influence of nitrogen compounds in grapes on aroma compounds of wines*"; In «Food Flavors: Generation, Analysis and Process Influence», George Charalambous (Editor), 8<sup>th</sup> International Flavor Conference, Cos, Greece, 6-8 July, Elsevier, 1659-1694
- Ribèreau-Gayon, P.; Lafon-Lafourcade, S.; Bertrand, A.: (1975): "*La débourbage des moûts de vendange blanche*"; Conn. Vigne Vin, 9, 117-139
- Ribèreau-Gayon, J.; Peynaud, E.; Ribèreau-Gayon, P.; Sudraud, P. (1982): "*Sciences et techniques du vin*"; Bordas, Paris
- Simpson, R.F. (1979): "*Some important aroma compounds of white wine*"; Food Technology in Australia, 516-522
- Strauss, C.R.; Wilson, B.; Gooley, P.R.; Williams, P.J. (1986): "*Role of monoterpenes in grape and wine flavor*"; In: «Biogenesis of Aromas»; T. H. Parliment and R. Croteau (Eds.). ACS Symposium Series 317, American Chemical Society, Washington, 222-242
- Úbeda, R.F. (1994): "*Clarificación de Mostos y Vinos*"; A. Madrid Vicent, Ediciones, Madrid
- Versini, G.; Orriols, I.; Dalla Serra, A. (1994): "*Aroma components of Galician Albariño, Loureira and Godello wines*"; Vitis, 33, 165-170