

## LES ACIDES GRAS LIBRES DU VIN; OBSERVATIONS SUR LEUR ORIGINE

E. SOUFLEROS\* et A. BERTRAND\*\*

\*Institut d'Enseignement Technologique (T.E.I.). École de Technologie Alimentaire.  
Thessalonique (Grèce)

\*\*Institut d'Oenologie. Université de Bordeaux II  
351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex (France)

### INTRODUCTION

Les acides gras libres sont relativement mal connus certainement à cause de leur très faible concentration, du moins en ce qui concerne les composés à longue chaîne. Il est toutefois possible qu'ils aient certaines actions sur le développement des levures et des bactéries. Par exemple, l'addition au moût de raisins d'enveloppes cellulaires (ou «écorces») de levure favorise les fermentations alcoolique et malolactique (GENEIX et *al.*, 1983 a; GENEIX et *al.*, 1983 b; LAFON-LAFOURCADE et *al.*, 1984; LARUE et *al.*, 1984; LONVAUD-FUNEL et *al.*, 1985). Ce phénomène peut s'expliquer par une libération dans le milieu en fermentation d'activateurs issus des écorces de levure et par une adsorption de substances inhibitrices (GENEIX et *al.*, 1983 a). Les acides gras peuvent présenter de telles propriétés suivant la longueur de leur chaîne (GENEIX et *al.*, 1983 a et b; LAFON-LAFOURCADE et *al.*, 1984).

Il est connu que les vins ne contiennent pas de grandes quantités de lipides. Les traitements de clarification sont susceptibles de les appauvrir. Par contre, la conservation sur lies, grâce à la présence de levures, peut provoquer un enrichissement (FERRARI, 1985).

Mais d'autres sources sont à l'origine des acides gras telles que les différentes parties du grain de raisin. FREGA et *al.*, (1982), HIGGINS et PENG (1976) montrent que la fraction grasse de la peau et de la pulpe représente 0,5 p. 100 du poids total; MATTICK et RICE (1976) trouvent en moyenne, environ 15 p. 100 d'huile, dans les pépins.

Dans certains vins grecs on a dosé les acides gras C16, C16:1, C18, C18:1 et C18:2 (SOUFLEROS, 1978 et 1980).

La concentration des moûts en acide hexa, octa et décanoïque est un peu affectée par l'état de maturation des raisins (BERTRAND, 1980). La teneur des vins en acides gras, n'ayant pas plus de 12 atomes de carbone, est fonction de la maturité des raisins, de la macération, de la fermentation malolactique qui l'augmente, de l'addition d'écorces de levure qui diminue fortement certains d'entre eux, etc... (TORRES-

1982). Il semble exister une relation entre la composition lipidique du vin et le cépage qui l'a produit (FERRARI, 1985).

RIZZON (1985) constate qu'il y a une diminution des acides gras de C6 à C12 en fonction de la macération sauf en présence d'anhydride sulfureux. GALLENDER et PENG (1980) ont analysé les différentes fractions lipidiques de moûts provenant de divers cépages et donnent les concentrations de chacun.

Ce travail se propose de rechercher la quantité d'acides gras cédée au milieu par les levures au cours du temps. Par ailleurs, on étudie le rôle de la durée de macération des pellicules dans le moût sur la teneur en acides gras des vins ainsi que l'influence de l'addition d'enveloppes cellulaires de levure destinée à faciliter la fermentation alcoolique.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### I. — PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Trois séries d'expérimentations sont mises en places :

1) Des écorces de levure de préparation industrielle (FOULD-SPRINGER, 94701 Maison-Alfort, France) à raison de 200 mg par litre sont additionnées à une solution hydroalcoolique contenant 12 p. 100 vol. d'éthanol et de pH 3,45. Cette solution est mise en bouteille et elle est conservée au réfrigérateur durant 2 mois : pendant cette période des prélèvements sont effectués dans le liquide surnageant, afin d'éviter la récupération des écorces de levure (LARUE et *al.*, 1984).

2) Nous avons fait fermenter à 25°C deux lots d'un même jus de raisins du commerce (Listel, Montpellier) préalablement filtrés stérile. Après fermentation par *Saccharomyces cerevisiae* souche 7013 (FERMIVIN), on recueille par centrifugation les lies d'un des deux jus fermentés, lesquelles sont ajoutées dans l'autre (environ 2 g de poids sec par litre). L'échantillon est conservé au réfrigérateur pendant plusieurs jours, au cours desquels on effectue des prélèvements successifs dans le liquide surnageant. L'échantillon « 0 jours » prélevé avant l'addition des lies sert de témoin.

3) On a déterminé les teneurs en acides gras à longue chaîne (C12 à C18:3), pour des vins provenant de différents cépages rouges et blancs, élaborés avec des durées de macération et des teneurs en anhydride sulfureux différentes. Les échantillons étudiés sont des vins issus des trois cépages rouges (Merlot, Cabernet-Sauvignon et Malbec) et des deux cépages blancs (Sémillon et Sauvignon) provenant d'un vignoble de l'appellation Premières Côtes de Bordeaux.

Une quantité de 400 Kg de raisins de chaque cépage rouge foulée, éraflée et sulfitée (40 mg/l) est mise à fermenter dans des cuves en acier émaillé de 6 hl de capacité. On ensemence avec *Saccharomyces cerevisiae* (levures sèches actives souche 7013, FERMIVIN) à raison de 10 g par hectolitre.

La cuvaison est conduite en cuve fermée avec marc flottant; on effectue deux remontages par jour.

Les prélèvements sont effectués au cours de la macération à différentes périodes : 0, 12, 24, 48, 96, 192, 240 heures; les échantillons continuent leur fermentation en bonbonnes de 10 litres munies d'un barboteur, dans une salle climatisée à 25°C.

A la fin de la fermentation, les vins sont soutirés, sulfités à 60 mg par litre et conservés à + 5°C en vue d'analyses diverses.

Les vins blancs sont obtenus à partir de moût de raisins des cépages Sémillon et Sauvignon. Un lot de 500 kg de raisins de chaque cépage, ramassés à la main, sont foulés avec les rafles. Une partie de la vendange ainsi traitée subit une macération de six heures,

Dans le cas du Sauvignon, la vendange est foulée puis divisée en trois fractions : la première est pressée dans un pressoir horizontal (vaslin) et le moût est pompé dans un fût en acier inoxydable de 135 litres. Les deux autres fractions sont laissées à macérer pendant six heures; avant pressurage, une partie étant sulfitée avant macération et l'autre après.

Les moûts sont sulfités (60 mg par litre) et sont débourbés après 48 heures. Les moûts débourbés sont placés dans des fûts en acier inoxydable de 95 litres de capacité, équipés d'un barboteur, et ils sontensemencés par *Saccharomyces cerevisiae* (levures sèches actives, souche 7013, FERMIVIN), à raison de 10 g par hectolitre. La fermentation est conduite à 20-22°C.

Après la fermentation, les vins sont soutirés, sulfités à 60 mg par litre et conservés à + 5°C afin d'être analysés.

## II. — MÉTHODES DE DOSAGE

### 1) *Extraction des acides gras libres*

Pour la récupération des acides gras libres, 20 ml de milieu sont placés dans une fiole conique de 50 ml dans laquelle on ajoute 1 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1/3 et 50 µl d'une solution d'acide heptadécanoïque (C17) à 1 g par litre comme étalon interne. Ce mélange est extrait par 10 ml de dichlorométhane à trois reprises. Chaque extraction est effectuée par agitation durant 5 mn, à l'aide d'un agitateur magnétique et suivie par une séparation des phases en ampoule à décanter. Les phases organiques rassemblées dans un ballon à vis pyriforme sont concentrées, sous vide à environ 1 ml, à l'aide d'un évaporateur rotatif à 35°C.

### 2) *Analyses chromatographiques*

Les acides gras libres sont dosés par chromatographie en phase gazeuse. Un µl d'extrait — préparé suivant le procédé mentionné ci-dessus — est injecté dans un chromatographe Carlo Erba 4130 équipé d'une colonne capillaire CP WAX 57 CB\*, (0,22 mm x 10 m) en silice fondue. L'injection est du type «splitless» semi-automatique sans division, durant 10 secondes et la température du four est programmée de 120°C à 220°C à raison de 2°C par minute.

---

\* Chrompack, the netherland.

Nous avons dosé huit acides libres (C12 à C18); les acides gras à nombre d'atomes de carbone plus élevé ne sont pas dosables en raison de leurs concentrations très faibles.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I. — ACIDES GRAS LIBRES EXCLUSIVEMENT D'ORIGINE LEVURIENNE

1) Les résultats de l'expérience n° 1 portant sur les écorces de levure sont donnés dans le Tableau I.

Pour les acides gras libres, nous constatons que leur teneur totale dans la solution hydroalcoolique augmente progressivement du 5<sup>e</sup> au 48<sup>e</sup> jour, de 0,75 à 1,60 mg par litre. Cette augmentation devient beaucoup plus importante surtout à partir du 20<sup>e</sup> jour de macération.

**TABLEAU I**

**Évolution en fonction du temps de la teneur en acides gras libres d'une solution hydroalcoolique additionnée d'écorces de levures.**

Les résultats sont exprimés en mg par litre.

Acide gras	Temps de contact (jours)						
	5	11	15	20	25	40	48
C 12 : 0	0.007	0.007	0.007	0.016	—	0.011	0.009
C 14 : 0	0.054	0.028	0.028	0.048	0.040	—	0.048
C 16 : 0	0.140	0.226	0.191	0.398	0.405	0.382	0.453
C 16 : 1	0.048	0.087	0.081	0.103	—	0.109	0.100
C 18 : 0	0.335	0.350	0.393	0.570	0.618	0.593	0.735
C 18 : 1	0.141	0.157	0.130	—	0.183	0.172	0.165
C 18 : 2	—	0.023	0.034	0.056	0.028	0.045	0.040
C 18 : 3	0.022	—	0.032	0.040	0.036	0.051	0.049
Total	0.75	0.88	0.90	1.23	1.31	1.36	1.60

Cette observation peut se généraliser, à quelques exceptions près, pour tous les composés dosés.

Parmi les acides gras libres, ceux qui ont les concentrations les plus importantes en moyenne sont l'acide stéarique (C18) 44 p. 100, l'acide palmitique (C16) 28 p. 100, l'acide oléique (C18:1) 12 p. 100 et l'acide palmitoléique (C16:1) 6 p. 100.

2) Dans l'expérimentation n° 2 (levures fraîches, lies) les 6 prélèvements correspondent à des temps de macération, allant de «0» à 35 jours. Le premier prélèvement («0» jour) réalisé avant l'addition des levures fraîches, fournit la composition initiale du vin. Les résultats sont rassemblés dans le tableau II.

Nous constatons que la concentration en acides gras libres du vin, 6 jours après l'addition des lies (fraîches) augmente considérablement, puis elle reste presque au même niveau jusqu'au 14<sup>e</sup> jour et par la suite on note une diminution continue.

**TABLEAU II**

**Évolution en fonction du temps de la teneur en acides gras libres d'un vin élaboré à partir d'un jus de raisin et additionné de lies fraîches.**

Les résultats sont exprimés en mg par litre.

Acides gras	Temps de contact (jours)					
	0	6	14	21	28	35
C 12 : 0	0.015	0.045	0.024	0.039	0.033	0.029
C 14 : 0	0.012	0.058	0.077	0.057	0.048	0.015
C 16 : 0	0.147	0.817	0.810	0.514	0.351	0.105
C 16 : 1	0.022	0.169	0.361	0.142	0.121	0.026
C 18 : 0	0.409	1.330	1.259	0.887	0.452	0.155
C 18 : 1	0.117	0.699	0.705	0.428	0.226	0.050
C 18 : 2	0.031	—	0.142	—	0.037	—
Total	0.75	3.12	3.38	2.12	1.27	0.38

Les acides gras libres les plus importants sont de nouveau l'acide stéarique (C18) 40 p. 100, l'acide palmitique (C16) 26 p. 100, l'acide oléique (C18:1) 21 p. 100 et l'acide palmitoléique (C16:1) 8 p. 100.

L'addition de lies fraîches provoque, après un certain temps de contact, une adsorption des acides gras du vin.

**II. — ACIDES GRAS LIBRES PROVENANT DE LA MACÉRATION DE LA VENDANGE**

On étudie l'incidence du temps de macération, sur la teneur en acides gras libres pour trois cépages du Bordelais (Merlot, Cabernet-Sauvignon et Malbec) ainsi que l'incidence de la macération préfermentaire, accompagnée ou non de sulfitage, pour deux cépages blancs (Sémillon et Sauvignon) de la même région.

Au total, nous avons étudié 26 échantillons et nous avons dosé huit acides gras libres par échantillon.

Pour les cépages rouges (tableau III) nous constatons que :

Les teneurs les plus importantes concernent les acides stéarique (C18) 40-42 p. 100, palmitique (C16) 16-23 p. 100 et oléique (C18:1) 14-24 p. 100, suivis par les acides palmitoléique (C16:1) 4-7 p. 100, linoléique (C18:2) 2,5-4 p. 100, myristique (C14:0) 3-4 p. 100 et laurique (C12:0) 1-3 p. 100.

**TABLEAU III**

**Évolution, en fonction du temps de macération, de la teneur en acides gras libres pour des vins rouges élaborés à partir de trois cépages différents.**

Les résultats sont exprimés en mg par litre.

Acides gras	Cépage	Temps de macération						
		0 heure	12 heures	24 heures	2 jours	4 jours	8 jours	10 jours
C 12 : 0	Merlot	0.021	0.043	—	—	0.034	0.083	0.098
	Cabernet-Sauvignon	0.018	0.046	0.024	0.024	0.024	0.030	—
	Malbec	0.011	—	0.013	0.011	0.014	0.022	0.018
C 14 : 0	Merlot	0.032	0.045	0.043	0.057	0.130	0.120	0.127
	Cabernet-Sauvignon	0.043	0.079	0.020	0.021	0.020	0.037	—
	Malbec	0.023	—	0.039	0.039	0.049	0.064	0.077
C 16 :	Merlot	0.337	0.494	0.404	0.471	0.333	0.315	0.291
	Cabernet-Sauvignon	0.051	0.240	0.146	0.271	0.243	0.224	—
	Malbec	0.336	—	0.360	0.386	0.462	0.426	0.427
C 16 : 1	Merlot	0.057	0.012	0.070	0.150	0.164	0.053	0.041
	Cabernet-Sauvignon	0.010	0.045	0.041	0.054	0.046	0.059	—
	Malbec	0.101	—	0.109	0.129	0.117	0.713	0.128
C 18 : 0	Merlot	0.746	0.624	0.600	0.652	0.687	0.937	0.920
	Cabernet-Sauvignon	0.165	0.551	0.355	0.563	0.586	0.542	—
	Malbec	0.661	—	0.631	0.695	0.745	0.740	0.847
C 18 : 1	Merlot	0.129	0.301	0.056	0.470	0.525	0.871	0.816
	Cabernet-Sauvignon	0.076	0.226	0.141	0.232	0.289	0.215	—
	Malbec	0.148	—	0.162	0.201	0.236	0.385	0.324
C 18 : 2	Merlot	0.029	0.057	—	0.072	0.131	—	0.110
	Cabernet-Sauvignon	0.005	—	0.041	0.045	0.013	0.043	—
	Malbec	0.035	—	0.022	0.037	0.053	0.050	0.063
C 18 : 3	Merlot	0.152	0.010	—	—	—	—	—
	Cabernet-Sauvignon	0.007	—	—	0.027	0.023	—	—
	Malbec	0.130	—	0.119	0.437	0.157	0.143	0.168
Total	Merlot	1.60	1.59	1.17	1.87	2.00	2.38	2.40
	Cabernet-Sauvignon	0.38	1.19	1.18	1.24	1.15	—	—
	Malbec	1.44	—	1.46	1.63	1.83	1.94	2.10

Les concentrations maximales sont atteintes dans la plupart des cas pour les acides palmitique et stéarique au 4<sup>e</sup> jour, pour les acides oléique et laurique au 8<sup>e</sup> jour et pour les autres à la fin de la macération (10<sup>e</sup> jour).

Nos résultats sont analogues à ceux de TORRES-ALLEGRE (1982). Pour les acides gras esterifiés de C6 à C12. L'évolution des acides gras, ou des esters, en fonction du temps de macération peut s'expliquer par la dissolution dans le milieu de certains acides gras de la pruine, par la variation des acides aminés et par l'existence des particules solides (OUGH et BELL, 1980; THORSTON *et al.*, 1981).

Nos résultats confirment également les teneurs observées par l'un de nous dans les vins rouges de Naoussa (Grèce) (SOUFLEROS, 1978 et 1980) et par FREGA (1982) dans la pulpe.

En ce qui concerne l'incidence du cépage, on observe :

- Le vin issu du Cabernet-Sauvignon a une teneur inférieure en acides gras libres et surtout en acide palmitique (16,5 p. 100 par rapport à 20,3 p. 100 et 23,2 p. 100 pour le Merlot et le Malbec respectivement).

- Le vin de Merlot est le plus riche en acide oléique.

FERRARI (1985), avait mentionné une relation qualitative entre cépage et acides gras.

#### TABLEAU IV

##### Teneur en acides gras libres de vins blancs provenant des cépages Sémillon et Sauvignon en fonction du mode de pressurage.

Les résultats sont exprimés en mg par litre.

	Sémillon		Sauvignon	
	Pressurage direct	Macération préfermentaire	Pressurage direct	Macération préfermentaire
C 12 : 0	0.024	0.017	0.025	0.011
C 14 : 0	0.030	0.018	0.067	0.032
C 16 : 0	0.203	0.142	0.178	0.086
C 16 : 1	0.038	0.030	0.022	0.013
C 18 : 0	0.322	0.350	0.559	0.627
C 18 : 1	0.090	0.095	0.115	0.047
C 18 : 2	tr	0.091	0.017	0.011
C 18 : 3	tr	0.025	tr	tr
Total	0.71	0.77	0.98	0.83

tr = traces

La partie des acides gras libres à longue chaîne (C12 à C18) est très faible par rapport à celle ayant 6 à 12 atomes de carbone (TORRES-ALEGRE, 1982; RIZZON, 1985).

En ce qui concerne les vins de cépages blancs Sémillon et Sauvignon (tableau IV), les résultats acquis nous permettent les observations suivantes :

La macération préfermentaire seule n'augmente pratiquement pas ou peu la teneur des vins blancs en acides gras ; dans certains cas, on observe au contraire une diminution. RIZZON (1985) trouve des résultats analogues.

En général, les vins blancs examinés présentent une concentration en acides gras plus faible que les vins rouges.

En ce qui concerne l'influence de l'anhydride sulfureux, nos résultats ne nous permettent pas de tirer des conclusions significatives.

Par ailleurs, le vin de Sauvignon est plus riche en acides gras libres que le vin de Sémillon.

Les résultats cités par RIZZON (1985), pour les acides de 6 à 12 atomes de carbone vont dans le même sens.

## CONCLUSIONS

L'addition d'écorces de levure ou de lies fraîches provoque, en général, une augmentation temporaire de la concentration en acides gras libres à longues chaînes, suivie d'une diminution continue.

Les acides gras libres les plus abondants communiqués par les écorces de levure additionnées dans un milieu hydroalcoolique, sont, par ordre décroissant, les suivants : stéarique (C18), palmitique (C16), oléique (C18:1), palmitoléique (C16:1).

L'addition des lies fraîches, l'équivalent de 2 g en poids sec par litre, dans un vin récemment fermenté, provoque de manière globale les mêmes effets que les écorces de levure (200 mg par litre). On note toutefois une diminution en acide palmitoléique (C16:1). Cette diminution peut être intéressante car l'acide palmitoléique possède un effet toxique sur les bactéries lactiques (LONVAUD-FUNEL et *al.*, 1985).

Pour les vins de cépages rouges, de même que pour les vins de cépages blancs étudiés, les acides gras les plus importants sont les acides stéarique (C18), palmitique (C16) et oléique (C18:1).

Les vins blancs contiennent, en général, moins d'acides gras libres que les vins rouges.

La macération, en temps limité, entraîne une augmentation des acides gras libres dans les vins rouges. En revanche, elle est pratiquement sans incidence pour les vins blancs.

Dans ce travail, on observe que le Cabernet-Sauvignon, pour les cépages rouges et le Sémillon, pour les cépages blancs, présentent les concentrations en acides gras libres les plus faibles.

Manuscrit reçu le 15 février 1988, accepté pour publication le 28 avril 1988.

## RÉSUMÉ

L'addition d'écorces de levure ou de lies fraîches dans un milieu alcoolique entraîne une augmentation de la teneur en acides gras libres suivie d'une diminution progressive ; les lies fraîches ne cèdent pratiquement pas d'acide palmitoléique, inhibiteur de l'activité malolactique.

La teneur en acides gras libres augmente au cours de la macération des raisins rouges, mais elle est peu affectée par la macération préfermentaire des raisins blancs.

Par ailleurs, les teneurs des vins en acides gras libres varient en fonction du cépage.

## SUMMARY

This work deals with the free fatty acids (C12 to C18:3) content of different mediums; these substances seem to have an activity on the alcoholic and the malolactic fermentations.

In a first step we have studied the influence of the addition to the medium of yeast ghosts and fresh yeast cells (lees).

We have also determined free fatty acids in red wines (Merlot, Cabernet Sauvignon and Malbec) in function of the time of maceration (0 to 10 days) and in white wines (Semillon and Sauvignon blanc) in function of skin contact time (0 to 6 hours) and SO<sub>2</sub> which have been added, or not, to the medium before skin contact.

The free fatty acids were extracted from 20 ml of wine by three times 10 ml of dichloromethane ; the organic phase was concentrated under vacuum to 1 ml. The extract was analysed by gas chromatography with a capillary CP WAX 57 column from Chrompack (10 m × 0,22 mm) ; the chromatograph was equipped with a splitless system injector.

The addition of yeast ghosts and fresh lees into an alcoholic medium causes a temporary increase of the free fatty acids followed by a constant decrease. However, the fresh lees do not give palmitoleic acid which is an inhibitor of the malolactic activity.

The time of maceration plays a positive part on the free fatty acids content of the wine ; this is more important for the red wines than for the white ones.

The free fatty acids content of the wines changes according to the grape variety.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTRAND A., 1980. Influence de la maturation de la vendange sur la teneur en substances volatiles des vins. *Connaissance Vigne Vin*, **14**, N° 1, 203-205.
- FERRARI G., 1985. Contribution à l'étude des lipides du vin. *Thèse 3<sup>e</sup> cycle*, Université de Dijon, France.
- FREGA N., CONTE L.S., LER KER G., 1982. Composition de la fraction lipidique et sa répartition dans les différentes parties du grain de *Vitis vinifera* Fontana. *Rev. Franç. Corps Gras*, **10**, 363-368.
- GALLENDER J.F. and PENG A.C., 1980. Lipid and fatty composition of different grape types. *Am. J. Enol. Vitic.*, **31**, N° 1, 24-27.
- GENEIX C., LAFON-FAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P., 1983a. Les causes, la prévention et le traitement des arrêts de la fermentation alcoolique. *Connaissance Vigne Vin*, **17**, N° 3, 205-217.

- GENEIX C., LAFON-LAFOURCADE S. et RIBÉREAU-GAYON P., 1983b. Effet des acides gras sur la viabilité des populations de *S. cerevisiae*. *C.R. Acad. Sc.*, t. 296, série III, 943 Paris.
- HIGGINS R.P. et PENG A.C., 1976. Lipid composition of Concord grapes. *Am. J. Enol. Viticult.*, **27**, N° 1, 32-35.
- LAFON-LAFOURCADE S., GENEIX C. et RIBÉREAU-GAYON P., 1984. Inhibition of alcoholic fermentation of grape must by fatty acids produced by yeasts and their elimination by yeast ghosts. *Appl. Environ. Microbiol.*, **47**, N° 6, 1246-1249.
- LARUE F., GENEIX C., LAFON-LAFOURCADE S., BERTRAND A. et RIBÉREAU-GAYON P., 1984. Premières observations sur le mode d'action des écorces de levure. *Connaissance Vigne Vin*, **18**, N° 3, 155-163.
- LONVAUD-FUNEL A., DESENS C. et JOYEUX A., 1985. Stimulation de la fermentation malolactique par l'addition au vin d'enveloppes cellulaires de levures et de différents adjuvants de nature polysaccharidique et azotée. *Connaissance Vigne Vin*, **19**, N° 4, 229-240.
- MATTICK L.R. et RICE A.C., 1976. Fatty acids composition of grapes seed oil from native american and hybrid grape varieties. *Am. J. Enol. Viticult.*, **27**, N° 2, 86-90.
- OUGH C.S. et BELL A.A., 1980. Effects on nitrogen fertilization of grape vines on amino acid metabolism and higher-alcohol formation during grape juice fermentation. *Am. J. Enol. Vitic.*, **31**, N° 2, 122-13.
- RIZZON L.A., 1985. Incidence de la macération sur la composition chimique des vins *Thèse Docteur-Ingénieur*. Université de Bordeaux II.
- SOUFLEROS E., 1978. Les levures de la région viticole de Naoussa (Grèce). Identification et classification, étude des produits volatils formés au cours de la fermentation. *Thèse Docteur-Ingénieur*, Université de Bordeaux II.
- SOUFLEROS E., 1980. Étude de l'arôme des vins de Naoussa (Grèce) (Meleti tou aromatos ton inon tis naoussas) Geotecnica. Édition Scientifique de la Chambre Géotechnique, N° 1, p. 2-7, Thessalonique, Grèce.
- THURSTON P.A., TAYLOR R. et AHVENAINEN J., 1981. Effects of linoleic acid supplements on the synthesis by yeast of lipids and acetate esters. *J. Inst. Brew.* **87**, 92-95.
- TORRES-ALEGRE V.M. 1982. Formation des acides gras et autres produits secondaires au cours de la vinification. *Thèse Docteur-Ingénieur*. Université de Bordeaux II.