

Laboratoire des Arômes et des Substances Naturelles, Institut des Produits de la Vigne, INRA,
Montpellier, France

Station Expérimentale de Pech Rouge-Narbonne, Institut des Produits de la Vigne, INRA, Gruissan,
France

La macération pelliculaire dans la vinification en blanc — Incidence sur la composante volatile des vins

par

R. L. BAUMES, C. L. BAYONOVE, J. M. BARILLÈRE, A. SAMSON et R. E. CORDONNIER

Skin contact in white wine processing — Effects on the volatile constituents of wines

S u m m a r y : Wines were made from three different white vine cultivars, Chenin, Chardonnay, Bourboulenc by standard white wine processing, with and without skin contact, and their volatile constituents were analysed using gas chromatography standard procedures. 61 substances were identified and quantified in quadruplicate. One-way analyses of variance for each component were performed in which skin contact wine was compared to the control wine for each vine cultivar. Skin contact was shown to increase significantly most volatile components except volatile acids. In attempt to classify the wines investigated, principal component analysis was conducted using the amounts of compounds differing significantly in variance analysis.

Key words : variety of vine, mash, extraction, fermentation, wine, flavour, constituent, wine quality, analysis, statistics.

Introduction

Une nouvelle technique de vinification en blanc, la macération pelliculaire, est depuis quelques années assez fréquemment utilisée dans le but de donner aux vins davantage de typicité apportée par le cépage ou d'offrir au consommateur des vins de caractéristique aromatique plus soutenue. Elle n'offre cependant pas dans tous les cas la qualité souhaitée (OUGH et BERG 1971; SINGLETON *et al.* 1975) et les résultats semblent dépendre du cépage, de son degré de maturité et des conditions de sa réalisation (OUGH 1969; OUGH *et al.* 1971; ARNOLD et NOBLE 1979; COOKE et BERG 1983; DUBOURDIEU *et al.* 1986; MARAIS et VAN WYK 1986; TEST *et al.* 1986).

Dans une étude précédente nous avons cherché à connaître l'incidence de la macération pelliculaire sur la composante volatile des moûts avant fermentation (BAUMES *et al.* 1988). Les constituants volatils étant un élément important de la qualité, ils méritent à ce titre une attention particulière. On a pu voir ainsi que les moûts de macération sont plus riches en composés volatils mais les composants sont les mêmes que ceux des moûts non macérés. Reste à connaître si cette différence quantitative se conserve ou si des modifications importantes sont apportées au cours de la vinification dans le profil chromatographique des vins de macération pelliculaire et quelle en serait éventuellement l'incidence sur la qualité. C'est ce que nous avons voulu voir dans cette étude.

Matériel et méthodes

1. Matière première

Les raisins de trois cépages Chenin, Chardonnay, Bourboulenc ont été cueillis à maturité technologique puis vinifiés par lots de 350 à 400 kg dans les conditions proches de la pratique avec et sans macération pelliculaire (Fig. 1).

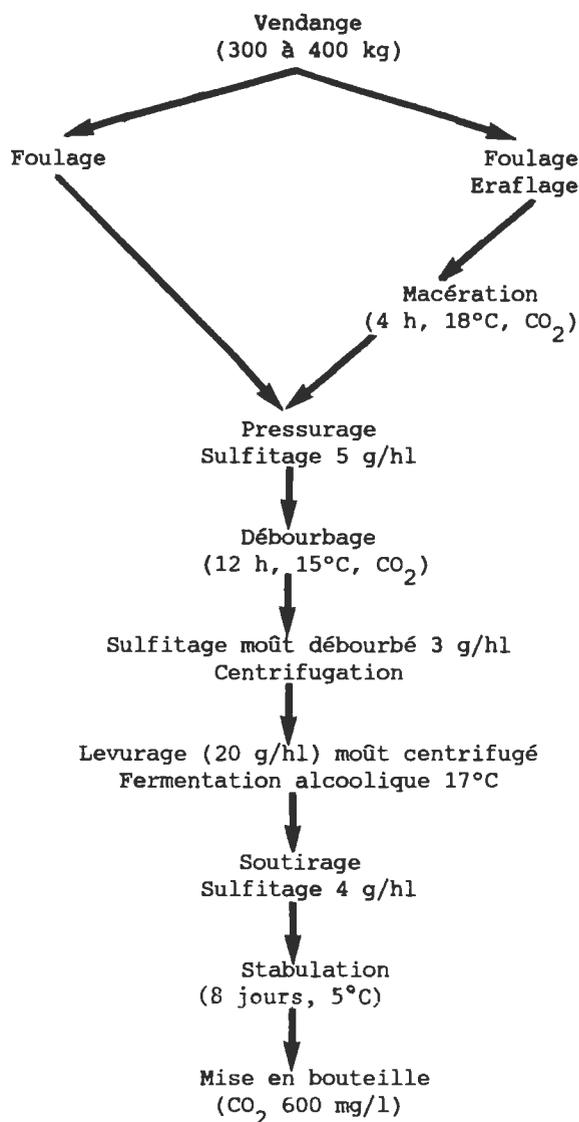


Fig. 1: Schéma général des étapes de l'élaboration des vins.
General procedure of the different steps of wine processing.

2. Méthodes d'analyse

Analyse des constituants fixes:

Les constituants fixes ont été analysés dès la fin de la fermentation alcoolique, après clarification des vins, selon les techniques officielles recommandées par l'Office International de la Vigne et du Vin (1978).

Analyse des constituants volatils:

Cette analyse a eu lieu 8 mois et demi (Bourboulenc) et 9 mois (autres cépages) après la fin de la fermentation (dont 3 mois de conservation en bouteille).

Extraction des vins:

Préalablement à l'extraction, on rajoute dans 300 ml de vin 1 ml d'une solution éthanolique contenant 513 µg de nonanol-4/ml. L'extraction a lieu en continu (8 h) par l'azéotrope pentane-dichlorométhane (BAUMES *et al.* 1988). L'extraction est répétée 4 fois pour chaque lot de vin.

Conditions chromatographiques:

Les extraits obtenus sont analysés par chromatographie en phase gazeuse (CPG) dans des conditions précédemment précisées (BAUMES *et al.* 1988). Cette analyse est répétée 2 fois sur chaque extrait. Bien que les conditions de la CPG aient été optimisées pour une séparation satisfaisante, des composants quelques rares substances sont mal isolées et difficilement quantifiables; c'est le cas des alcools et des esters à faibles poids moléculaires, en particulier du méthanol et de l'acétate d'éthyle, confondus avec le pic du solvant et qui n'ont pas été dosés.

Identification des composants:

Cette identification est réalisée par couplage CPG-ITD ('Ion Trap Detector') selon des conditions précisées par ailleurs (BAUMES *et al.* 1988).

3. Présentation des résultats

Les résultats sont rassemblés dans le Tableau 2. Ils représentent la moyenne de 8 analyses par vin. Les résultats soulignés indiquent les valeurs des composés significativement différentes au seuil de 5 % après analyse de variance entre les échantillons témoins et ceux issus de macération. L'analyse de variance est effectuée pour chaque composé et pour chaque vin pour tester si la variabilité induite par la macération sur la concentration d'un composé donné dans un vin de cépage donné est significativement différente de la variabilité induite par la détermination analytique.

Analyse multidimensionnelle:

Des analyses en composantes principales (ACP) ont été effectuées sur les données analytiques, non pas sur les résultats moyens présentés dans le Tableau 2 mais en prenant en compte les valeurs analytiques moyennes (moyenne des injections en CPG) données par chaque extrait aromatique et qui constituent autant d'individus dans l'ACP. Les variables sont prises parmi les composés significatifs après analyse de variance. Il y a 24 individus (4 extractions par vin pour les témoins et les vins de macération). Nous avons effectués 3 ACP en prenant en compte, successivement, des grou-

Tableau 1
Conditions de la vinification et composition des vins
Wine processing conditions and composition of wines

	Bourboulenc		Chardonnay		Chenin	
	Témoin	Macération	Témoin	Macération	Témoin	Macération
Poids de vendange (kg)	346	345	437	336	340	334
Jus après pressurage (l)	215	240	290	250	215	220
Rafle (kg)	—	10	—	21	—	16
Poids de marc (kg)	100	55	119	50	103	57
Etat sanitaire	Sain	Sain	Sain	Sain	Sain	Sain
Degré alcoolique (°GL)	12,3	11,4	10,4	9,8	12,15	12,0
Extrait sec (g/l)	16,7	17,7	24,0	22,2	17,8	23,9
Alcalinité des cendres (mécq/l)	12,25	14,0	13,5	14,0	27,5	37,5
Glycérol (g/l)	6,47	6,65	4,53	4,46	5,90	6,47
Azote total (mg/l)	95,2	61,6	445,0	375,0	210,0	187,6
Acidité totale (g SO ₄ H ₂ /l)	4,7	3,6	6,5	5,7	4,8	4,9
Acidité volatile (g SO ₄ H ₂ /l)	0,42	0,27	0,26	0,12	0,2	0,12
Acide tartrique (mécq/l)	40,0	27,0	52,3	40,0	15,0	12,3
Acide malique (mécq/l)	23,0	8,0	69,5	62,0	69,3	83,0
Fermentation malolactique	Non faite	En cours	Non faite	Non faite	Non faite	Non faite
pH	2,93	3,07	2,96	2,96	3,44	3,55
K (mécq/l)	12,3	15,3	12,5	14,1	24,8	36,1
Na (mécq/l)	0,38	0,34	0,52	0,43	2,78	4,26
Ca (mécq/l)	3,75	3,90	4,25	4,75	3,35	3,80
Mg (mécq/l)	3,00	3,08	3,58	3,75	3,50	3,66
Cl (mécq/l)	8,8	18,3	2,5	6,0	21,4	76,4
DO ₂₈₀	0,082	0,104	0,084	0,095	0,095	0,117
Polyphénols totaux (g acide gallique/l)	0,233	0,278	0,210	0,247	0,236	0,320
DO ₄₂₀	0,084	0,094	0,054	0,055	0,081	0,071

pes de composés volatils : composés carbonylés, lactones, phénols volatils (5 variables) pour l'ACP n° 1 (Fig. 2), esters et acides (22 variables) pour l'ACP n° 2 (Fig. 3), composés en C₆, terpénols, alcools, composés azotés (20 variables) pour l'ACP n° 3 (Fig. 4). Les 3 premières composantes principales ou axes principaux des ACP sont retenus pour constituer un espace tridimensionnel dans lequel seront situés les individus ou les variables. Les Fig. 2, 3, 4 représentent les projections simultanées des composés retenus symbolisés par des lettres et des vins étudiés représentés par des symboles (voir légendes Fig. 2, 3, 4). De plus sur ces figures sont représentés par des segments de droite parallèles à l'axe 3, les projections de chaque vin et chaque composé sur le plan des axes 1 et 2.

Résultats et discussion

1. Influence de la macération sur la composition des vins

Les résultats du Tableau 1 montrent que les vins de macération pelliculaire ont un degré alcoolique légèrement plus faible. Il en est de même pour l'acidité volatile, l'acide tartrique, l'acidité totale pour deux cépages sur trois et l'azote total. Par contre, ils ont une alcalinité des cendres plus importante, un pH plus élevé et davantage de potassium, calcium, magnésium, chlore, de polyphénols totaux et une densité optique (DO₄₂₀) plus forte. L'évolution au cours de la macération d'un certain nombre d'éléments du moût (BAUMES *et al.* 1988) se retrouve dans les vins. D'une façon générale, les vins de macération sont plus riches en polyphénols, flavonoïdes, acides-phénols, couleur, extrait sec, azote total, potassium, polysaccharides neutres, acides aminés et en protéines. Leur pH est aussi plus élevé, leur acidité de titration est plus faible, ce qui est la conséquence de leur teneur plus élevée en cations mais aussi de leur teneur plus faible en acide tartrique. Ils ont aussi moins de polysaccharides acides (OUGH 1969; OUGH *et al.* 1971; OUGH et BERG 1971; SINGLETON *et al.* 1975; ARNOLD et NOBLE 1979; SINGLETON *et al.* 1980; DUBOURDIEU *et al.* 1986; RAMEY *et al.* 1986; TEST *et al.* 1986). Certains composés y sont donnés toujours en concentration plus forte. C'est le cas des polyphénols dont l'extraction est favorisée par un accroissement de température ou du SO₂ (OUGH et BERG 1971; SINGLETON *et al.* 1980; RAMEY *et al.* 1986). Pour d'autres l'augmentation n'est pas toujours constatée, elle dépend du cépage et de la durée de macération (ARNOLD et NOBLE 1979; SCHMIDT et NOBLE 1983). Nos résultats sont donc en bon accord avec les précédentes observations. Toutefois, on doit remarquer que dans le cas présent, il n'y a pas de différence d'acidité totale entre les vins de Chenin témoin et de macération, alors que généralement elle est plus faible dans ces derniers. L'azote total est aussi en quantité moindre dans les vins de macération alors qu'il a été montré qu'il augmente avec la macération (OUGH 1969).

2. Influence de la macération sur la composition en substances volatiles des vins

Les vins étudiés proviennent des moûts analysés précédemment (BAUMES *et al.* 1988). Les résultats du Tableau 2 montrent qu'ils sont beaucoup plus riches en composés volatils, à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif. 61 composés ont été identifiés et quantifiés, soit environ 2 fois plus que dans les moûts. Du moût au vin on passe à des concentrations en composés volatils de l'ordre de 2,5—5 mg/l à 100—400 mg/l (non compris le méthanol et l'acétate d'éthyle) (BAUMES *et al.* 1988). Les profils chromatographi-

Tableau 2

Composition des vins en constituants volatils (exprimé en µg/l). Les résultats soulignés correspondent aux teneurs présentant des différences significatives (5 %) entre vin témoin et vin macéré correspondant

Volatile composition of wines (as µg/l). The underlined figures correspond to levels with significant differences (5 %) between control wine and the corresponding skin contact wine

Composés	Bourbou- lenc Témoin	Bourbou- lenc Macération	Chardonnay Témoin	Chardonnay Macération	Chenin Témoin	Chenin Macération
<u>Composés en C6</u>						
Hexanol-1	<u>1 139.7</u>	<u>2 547.7</u>	<u>1 552.3</u>	<u>3 432.9</u>	<u>887.5</u>	<u>2 613.2</u>
E Hexène-3-ol-1	26.4	30.3	<u>87.1</u>	<u>191.8</u>	<u>75.2</u>	<u>212.4</u>
Z Hexène-3-ol-1	179.5	203.2	<u>83.0</u>	109.3	<u>50.1</u>	<u>66.8</u>
Somme des composés en C6 p. 100/total	1 345.6 0.61	2 781.3 0.70	1 722.4 1.54	3 733.9 3.31	1 012.8 0.75	2 892.3 1.35
<u>Terpénols</u>						
Linalol	<u>9.3</u>	<u>26.7</u>	3.2	6.7	9.6	14.6
Terpinéol	<u>9.8</u>	<u>17.5</u>	<u>Absent</u>	<u>0.3</u>	0.4	10.3
Linalol oxyde pyranique <u>trans</u>	3.2	1.5	<u>6.8</u>	6.2	0.1	1.1
Somme des terpénols p.100/total	22.3 0.01	45.8 0.01	10.0 0.008	13.2 0.01	10.1 0.007	26.0 0.01
<u>Alcools</u>						
Méthyl-2-propanol-1	<u>4 049.5</u>	<u>14 458.0</u>	<u>2 475.6</u>	<u>4 403.3</u>	<u>5 079.5</u>	<u>9 708.1</u>
Butanol-1	114.0	128.0	117.3	149.5	154.1	137.1
Méthyl-3-butanol-1	<u>122 071.4</u>	<u>233 738.5</u>	75 116.9	74 130.8	<u>87 916.5</u>	<u>146 598.7</u>
Méthyl-3-butène-3-ol-1	1.2	2.6	2.4	5.9	<u>9.6</u>	<u>18.3</u>
Pentanol-1	66.0	24.5	<u>8.2</u>	<u>10.3</u>	<u>27.9</u>	<u>39.9</u>

Méthyl-2-pentanol-1	Absent	Absent	2.4	5.0	Absent	0.8
Méthyl-4-pentanol-1	47.4	34.1	9.8	8.3	20.3	31.7
Méthyl-3-pentanol-1	<u>59.5</u>	<u>Absent</u>	<u>22.5</u>	<u>14.4</u>	19.2	30.3
Ethoxy-3-propanol-1	5.0	5.3	15.6	15.3	<u>9.0</u>	<u>27.2</u>
Thréobutanediol-2,3	69.7	80.8	70.5	46.3	55.6	58.2
Mésobutanediol-2,3	<u>11.7</u>	<u>22.7</u>	13.1	9.9	17.0	16.0
Méthylthio-3-propanol-1	<u>330.3</u>	<u>807.7</u>	38.5	44.0	<u>65.3</u>	<u>247.2</u>
Acétoxy-3-propanol-1	<u>45.4</u>	<u>119.3</u>	29.5	37.4	<u>50.1</u>	<u>96.6</u>
Alcool benzylique	<u>10.5</u>	<u>82.8</u>	<u>52.3</u>	<u>86.0</u>	17.7	38.5
Acétoxy-4-butanol-1	6.4	6.1	<u>3.1</u>	<u>9.6</u>	<u>24.6</u>	<u>34.3</u>
Phényl-2-éthanol	67 259.7	71 995.4	6 574.8	7 209.1	18 320.9	18 559.9
Somme des alcools	194 147.8	321 505.8	84 552.6	86 184.8	111 787.5	175 642.7
p.100/total	88.2	81.9	75.9	76.44	83.2	82.3
<u>Esters</u>						
Butanoate d'éthyle	20.0	<u>127.6</u>	238.9	221.7	205.0	219.1
Acétate d'isoamyle	229.3	<u>310.0</u>	1 492.7	1 522.7	1 779.5	1 715.5
Pyruvate d'éthyle	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent	Absent
Acétate d'hexyle	8.2	69.2	217.7	<u>461.3</u>	<u>91.4</u>	<u>169.9</u>
Lactate d'éthyle	<u>2 124.9</u>	<u>22 946.8</u>	<u>913.4</u>	<u>1 280.4</u>	<u>750.7</u>	<u>1 050.0</u>
Octanoate d'éthyle	1 171.2	1 185.1	1 673.1	1 687.1	1 749.9	1 715.0
Hydroxy-3-butanoate d'éthyle	53.9	72.0	25.0	33.7	<u>47.4</u>	<u>150.7</u>
Hydroxy-2-méthyl-4-pentanoate d'éthyle	50.5	64.9	14.1	15.6	<u>7.1</u>	<u>11.5</u>
Décanoate d'éthyle	173.6	203	312.2	305.4	300.2	200.9
Lactate d'isopentyle	<u>320.9</u>	<u>905.1</u>	<u>63.6</u>	<u>14.2</u>	<u>90.0</u>	<u>190.1</u>
Succinate de diéthyle	<u>1 359.4</u>	<u>4 716.0</u>	189.1	138.8	<u>287.7</u>	<u>443.7</u>
Acétate de phényl-2-éthyle	91.2	81.0	64.8	82.9	<u>282.8</u>	<u>168.1</u>
Succinate d'isobutyl et d'éthyle	0.4	19.6	2.0	0.1	<u>48.0</u>	<u>4.5</u>
Hydroxy-4-butanoate d'éthyle	<u>635.0</u>	<u>1 624.4</u>	94.3	67.8	<u>324.3</u>	<u>865.6</u>
Dodécanoate d'éthyle	0.4	0.4	5.0	10.8	2.1	0.8
Malate de diéthyle	<u>814.5</u>	<u>176.9</u>	<u>917.3</u>	<u>604.8</u>	<u>359.2</u>	<u>285.3</u>

(voir page suivante)

(Tableau 2, suite)

Composés	Bourbou-	Bourbou-	Chardonnay	Chardonnay	Chenin	Chenin
	lenc Témoin	lenc Macération	Témoin	Macération	Témoin	Macération
Hydroxy-4-butanoate d'isopentyle	43.4	55.4	0.4	2.2	<u>20.0</u>	<u>32.9</u>
Hydroxy-2-glutarate de diéthyle	247.7	<u>152.5</u>	102.7	91.8	46.5	48.5
Phényl-3-lactate d'éthyle	<u>271.1</u>	<u>203.2</u>	20.0	<u>36.6</u>	<u>54.9</u>	<u>92.0</u>
Succinate de monoéthyle	6 985.8	23 225.3	<u>368.9</u>	<u>161.8</u>	<u>500.1</u>	<u>2 129.4</u>
Pyroglutamate d'éthyle	Absent	Absent	<u>517.0</u>	<u>Absent</u>	Absent	Absent
Somme des esters	14 601.4	56 138.6	7 232.3	6 739.7	6 946.6	9 493.5
p.100/total	6.6	14.3	6.49	5.97	5.16	4.45
<u>Composés carbonylés</u>						
Méthyl-6-heptanone-2	31.7	98.1	7.9	6.3	8.8	10.4
Benzaldéhyde	<u>2.0</u>	<u>20.8</u>	0.8	14.6	<u>17.7</u>	<u>71.6</u>
Somme des composés carbonylés	33.7	118.9	8.7	20.9	26.5	82.0
p.100/total	0.01	0.03	0.007	0.02	0.02	0.04
<u>Lactones</u>						
γ-butyrolactone	1 967.9	3 341	426.7	307.3	567.1	761.8
γ-carbéthoxy-4-butyrolactone	421.9	403.7	<u>186.4</u>	<u>246.5</u>	<u>193.4</u>	<u>283.3</u>
Somme des lactones	2 389.8	3 744.7	613.1	553.9	760.6	1 045.1
p.100/total	1.08	0.95	0.55	0.5	0.56	0.5
<u>Acides</u>						
Acide acétique	1 270.4	1 336.0	<u>840.8</u>	<u>239.8</u>	<u>474.0</u>	<u>217.2</u>
Acide isobutyrique	363.4	408.2	<u>336.3</u>	<u>178.2</u>	<u>320.6</u>	<u>190.8</u>

Acide butyrique	34.5	1.5	86.1	27.1	88.2	130.9
Acide hexanoïque	1 633.2	1 736.5	4 129.9	3 254.9	3 211.0	3 331.8
Acide octanoïque	3 398.6	2 642.4	8 748.0	8 526.8	7 365.4	6 294.2
Acide décanoïque	800.9	1 029.3	2 951.9	3 086.2	2 290.4	1 942.7
Somme des acides	7 501.0	7 153.9	17 093.0	15 313.1	13 749.7	12 107.8
p.100/total	3.4	1.82	15.35	13.58	10.2	5.6
<u>Phénols</u>						
Ethyl-4-guaiacol	1.6	135.6	0.4	14.4	10.7	0.4
Ethyl-4-phénol	0.3	80.7	0.3	2.3	0.4	5.1
Vinyl-4-guaiacol	42.3	37.5	2.9	40.3	43.8	109.7
Somme des phénols	44.2	253.8	3.5	56.9	54.9	115.1
p.100/total	0.02	0.06	0.003	0.05	0.04	0.05
<u>Composés azotés</u>						
Acétamide de méthyl-2-butyle	0.4	0.4	Absent	Absent	Absent	92.4
Acétamide d'isoamyle	Absent	Absent	8.7	39.0	Absent	11 263.2
Acétamide de méthylthio-3-propyle	0.4	19.4	36.2	24.8	20.6	115.7
Acétamide de phényl-2-éthyle	56.9	439.4	7.5	21.5	14.6	416.0
Somme des composés azotés	57.7	459.1	52.4	85.4	35.2	11 887.3
p.100/total	0.026	0.1	0.05	0.07	0.02	5.5
<u>Composés divers</u>						
Composé inconnu soufré	20.9	11.4	8.8	15.8	5.9	10.8
Somme des composés divers	20.9	11.4	8.8	15.8	5.9	10.8
Total	220 164.4	392 167.5	111 296.8	112 717.6	134 389.8	213 302.6

ques sont aussi considérablement modifiés. En particulier, les composés en C₆ dominants dans le moût deviennent des constituants mineurs dans le vin et ce au profit des alcools supérieurs qui représentent 76 à 88 % du total des substances volatiles et des esters (5 à 14 %).

La moitié à peine des composés identifiés dans le moût se retrouvent dans le vin et pour les alcools cette proportion est encore plus faible puisque seulement 4 alcools du moût se retrouvent dans les 16 identifiés dans les vins. Ceci est probablement dû, en partie, au fait que dans le vin les composantes à forte teneur masquent au cours de l'analyse par CPG des substances dont la concentration est beaucoup plus faible, ce qui est le cas pour la plupart des composés apportés directement par le raisin.

Il peut y avoir, aussi, des transformations ou disparition de substances au cours de la vinification.

Les vins témoins sont de 80 à 160 fois plus riches que les moûts correspondants et les vins de macération de 60 à 130 fois plus. L'écart est donc moindre entre moût et vin lorsqu'il y a eu macération. Comme dans le cas des moûts les teneurs en constituants volatils des vins varient suivant le cépage de départ (Bourboulenc > Chenin > Chardonnay) mais on remarque que les moûts et les vins correspondants ne se classent pas forcément dans le même ordre. Dans le cas présent les deux moûts les plus pauvres à l'origine (Bourboulenc et Chenin) (BAUMES *et al.* 1988) ont donné les vins les plus riches. Comme pour les moûts, la macération entraîne aussi un enrichissement en composés volatils; mais au contraire des jus les différences introduites par la macération ne sont pas plus grandes que celles introduites par le cépage. En valeur absolue, le total des composés volatils varie de 111 à 220 mg/l pour les vins témoins et de 112 à 392 mg/l pour les vins de macération.

Les alcools sont très abondants, non compris les alcools à moins de 3 atomes de carbone non dosés ici. Suivant les vins leurs teneurs représentent 84 à 320 mg/l, ce qui est très important relativement aux autres composés. Quatre alcools sur les 16 dosés représentent 76 à 88 % du total des composés volatils et plus de 99,5 % du total des alcools. Ce sont les alcools isobutylique (méthyl-2-propanol-1), isoamyliques et le phényle-2-éthanol. Cette importance des alcools se retrouve dans des vins d'autres cépages (BAUMES *et al.* 1986). Les vins de macération sont généralement plus riches en alcools. Toutefois, les teneurs en alcool du Chardonnay témoin et macéré sont très semblables et en tout cas beaucoup plus faibles que dans les autres vins. Il y a une analogie tout-à-fait évidente dans la proportion relative des alcools supérieurs entre ces vins blancs de macération et des vins rouges qui sont aussi des vins de macération (BAUMES *et al.* 1986). On y retrouve comme ici dans l'ordre d'importance décroissante les alcools isoamyliques, phényle-2 éthanol, isobutanol, hexanol, méthylthio-3-propanol-1. Par contre, l'hexène-3-ol-1 E, alcool en C₆ d'origine différente trouvé plus abondant dans les vins blancs (BAUMES *et al.* 1986), est aussi en concentration plus importante dans les vins de macération. Le Chardonnay macéré fait exception puisqu'il est légèrement plus pauvre que le témoin en alcools isoamyliques. On a observé par ailleurs une diminution d'alcools supérieurs dans des vins de macération de Chardonnay avec l'augmentation de la température et du temps de macération; mais il n'est pas précisé si ce phénomène a lieu aussi au cours de la macération à température constante (RAMEY *et al.* 1986).

Il serait intéressant de savoir si ce comportement est général ou propre aux vins de Chardonnay. Néanmoins, l'on peut constater que les vins, issus de macération ou non, de ce cépage ont une teneur proche et relativement modérée en alcools. A priori, ceci peut être un facteur de qualité étant donné l'impact des alcools supérieurs, généralement considérés comme négatif sur l'arôme des vins (MARAIS et POOL 1980; MARGHERI *et al.* 1980). Il est un fait que ce cépage est reconnu pour supporter des macérations

pelliculaires longues sans dommage pour les vins, ce qui n'est pas le cas pour d'autres comme par exemple le Chenin (SINGLETON *et al.* 1980).

Les esters sont aussi nombreux et abondants. On leur attribue de plus un rôle favorable à la qualité du vin sans être toutefois porteurs d'une typicité particulière (WAGENER et WAGENER 1968; SCHREIER *et al.* 1976; WILLIAMS 1982; SIMPSON et MILLER 1984). Sans l'acétate d'éthyle, non dosé ici, ils représentent suivant les vins de 7 à 56 mg/l. Globalement les vins de macération du Bourboulenc et du Chenin sont plus riches en esters que les vins témoins, ce qui n'est pas le cas pour le Chardonnay qui se distingue encore avec ces composants. L'importance relative de chaque ester est très variable d'un vin à l'autre. Contrairement à ce qui a pu être constaté par ailleurs où l'acétate d'isoamyle est l'ester dominant après l'acétate d'éthyle (VAN WYK *et al.* 1977; STRYDOM 1983), il n'y a pas ici d'ester qui soit systématiquement, et dans tous les vins, en concentrations plus fortes. Les teneurs en esters apolaires (esters éthyliques d'acides gras et acétates d'alcools supérieurs) sont relativement faibles et du même ordre de grandeur dans les vins de macération et vins témoins. On note cependant une concentration légèrement supérieure en acétate d'isoamyle pour les vins de macération de Bourboulenc et Chardonnay. On peut faire la même observation si l'on compare les teneurs en ces esters des vins blancs et vins rouges (BAUMES *et al.* 1986).

Les esters polaires sont par contre en concentration plus forte. Parmi eux les plus importants sont, dans l'ordre décroissant, le lactate d'éthyle, le succinate de diéthyle, le monosuccinate d'éthyle, l'hydroxy-4-butanoate d'éthyle. Ils sont cependant plus abondants dans certains vins et notamment les vins de macération. Ils sont aussi plus abondants et pratiquement dans le même ordre dans les vins rouges que dans les vins blancs (BAUMES *et al.* 1986). Deux d'entre eux, le succinate de diéthyle et le lactate d'éthyle, sont également signalés comme très importants dans les vins de Pinot et aussi de Riesling et Sultana. Dans ces deux derniers on les a associés au vieillissement (SIMPSON 1978), ce qui n'a pas été le cas dans les vins de Pinot (SCHREIER *et al.* 1980).

D'une façon générale, tous ces composés sont dans un état d'équilibre qui peut varier dans le temps, suivant la durée de la macération par exemple. C'est ce qui a été observé dans le Riesling et le Gewurtztraminer où les acétates d'alcools supérieurs et les esters éthyliques d'acides gras diminuent lorsque le temps de macération augmente (RAPP *et al.* 1985). Par ailleurs, d'autres esters comme ceux des acides malique et lactique sont très dépendants de la réalisation ou non de la fermentation malolactique et suivant le cas leur teneur peut varier très fortement (BAUMES *et al.* 1986).

Pour les autres substances dont la teneur est beaucoup plus faible on constate que les vins de macération sont plus riches en composés azotés, alcools en C₆, lactones, composés carbonylés, phénols volatils et terpénols. Par contre, ils sont plus pauvres en acides. Parfois, les différences avec les vins témoins sont peu importantes. C'est le cas pour les lactones dans les vins du Chardonnay qui se distinguent une fois de plus des autres avec ces composés.

Les composés azotés sont plus abondants dans les vins de macération. Ce sont essentiellement des acétamides. Ce phénomène a aussi été remarqué dans des vins de macération de Riesling et de Gewurtztraminer où la concentration en acétamides est particulièrement importante (RAPP *et al.* 1985). Ici seul le Chenin de macération présente un taux relativement élevé en acétamide d'isoamyle. Si l'on admet l'hypothèse qui a été envisagée à propos de la formation de ces substances à savoir qu'elles proviennent d'amines primaires, elles-mêmes venant d'acides aminés au cours du métabolisme levurien (RAPP *et al.* 1985) on peut concevoir qu'il y en ait davantage dans les vins de macération étant donné la plus grande richesse des moûts macérés en acides aminés (DUBOURDIEU *et al.* 1986). Ces acétamides seraient le résultat d'une compétition

mobilisant l'acétyl CoA dirigée soit vers la synthèse des acides gras et des esters, soit vers celle des acétamides (RAPP *et al.* 1985). On est en droit de supposer que ces synthèses sont très dépendantes de la souche de levure, des conditions et du milieu de fermentation. Il est un fait que dans les vins de Riesling et de Gewurtztraminer de macération l'importante production d'acétamides s'accompagne d'une diminution d'esters acétiques et éthyliques d'acides gras mais que cette situation tend à s'inverser quand la fermentation se déroule en présence des matières solides (RAPP *et al.* 1985). Les résultats obtenus ici sont apparemment en contradiction avec ces précédents travaux pour ce qui concerne cette diminution d'esters puisqu'on a vu que globalement ils sont plus abondants dans les vins de macération eux-mêmes plus riches en acétamides. Tout au plus on peut observer que les vins macérés sont un peu moins riches en acétate de phényl-2 éthyle et que pour d'autres esters il n'y a pas de variations significatives entre vins témoins et de macération. Ces contradictions ne le sont peut-être pas autant qu'elles paraissent et sont peut-être simplement dues à des conditions de fermentation différentes.

Les alcools en C₆ identifiés dans les vins sont tous plus abondants dans les vins de macération, l'hexanol étant le plus important. La concentration globale en ces alcools est assez voisine de celle existant dans les moûts avant la fermentation. Par contre, les aldéhydes en C₆ ne se retrouvent pas dans les vins.

Le vinyl-4 phénol identifié dans les moûts et dont la présence peut étonner étant donné qu'on le considère comme produit au cours des fermentations (DUBOIS *et al.* 1971) ne se retrouve pas dans les vins contrairement aux éthyl-4 phénol, éthyl-4 guaïacol et vinyl-4 guaïacol. Il est possible qu'au cours de la fermentation le vinyl-4 phénol se soit transformé en partie en éthyl-4 phénol par réduction, mais pas en totalité car les concentrations mesurées dans les vins sont trop faibles par rapport à celles trouvées dans les moûts. Ces composés proviennent des acides cinnamiques et de leurs esters dont on sait que les pellicules des baies en sont riches (NAGEL *et al.* 1979; ROMEYER *et al.* 1983).

Les terpénols, quoique peu importants sur le plan quantitatif, sont intéressants à considérer en tant que marqueurs de l'arôme variétal puisque déjà présents en l'état dans le raisin et qu'en outre ce sont des substances très odorantes et agréables. La plupart des composés identifiés sont plus abondants dans les vins de macération.

Le même phénomène a été observé dans des vins de macération de Sémillon et de Sauvignon (DUBOURDIEU *et al.* 1986) et plus fortement encore dans des vins de macération de Riesling (MARAIS et VAN WYK 1986). Mais il arrive qu'en macération simple cette augmentation n'apparaisse pas et qu'elle ne soit vraiment nette que lorsque macération et fermentation se déroulent en même temps (RAPP *et al.* 1985). En passant du moût au vin, le nombre de terpénols se réduit. Ceci est peut-être dû, on l'a vu, au fait que dans les vins des constituants mineurs (c'est le cas ici des terpénols) peuvent être cachés dans les profils chromatographiques par d'autres composés en concentration plus élevée. Comparativement aux jus les vins sont riches en linalol et α -terpinéol. Ceci a été aussi constaté pour le Riesling (VERSINI *et al.* 1980). Ces deux composés restent, en fin de fermentation, les alcools terpéniques les plus importants. Au cours de la fermentation la teneur totale en terpénols augmente; un composé augmente toujours beaucoup, l' α -terpinéol. Mais la plupart subissent un remaniement qui abouti, c'est le cas chez les muscats, à une diminution des principaux qui sont le linalol, nérol, géranol. Chez d'autres cépages cette diminution est relativement faible. C'est le cas des Sémillon et Sauvignon (DIAZ-CERVANTES 1979; BOIDRON et DIAZ-CERVANTES 1982; DUBOURDIEU *et al.* 1986). Ici aussi l' α -terpinéol augmente beaucoup en valeur relative puisqu'il n'a pu être dosé dans les moûts alors qu'il l'est dans les vins.

Les acides volatils, pris globalement, contrairement à la plupart des autres composés, diminuent. Ceci est en accord avec la diminution d'acidité volatile qu'on a pu observer (Tableau 1) et dont le principal représentant, l'acide acétique, est bien en concentration moindre dans les vins de macération. Si ces acides sont pris individuellement, cette diminution est fréquente mais ne s'observe pas systématiquement dans tous les vins. Elle l'est par contre pour les acides octanoïque et acétique. Ces résultats sont à rapprocher de ceux obtenus dans les vins de macération de Riesling et Gewurtztraminer où on voit les acides gras en C₆, C₈, C₁₀ diminuer au cours de la macération (RAPP *et al.* 1985).

Les analyses en composantes principales (ACP) nous confirment que les divers vins de macération ou non se distinguent les uns des autres sur la base analytique de leurs constituants volatils. Ces ACP permettent aussi d'illustrer cette distinction par les projections simultanées des vins et des composés sur les trois premières composantes principales et axes principaux qui cumulent, dans les trois ACP, plus de 80 % de la variance totale.

L'ACP n° 1 (Fig. 2) sépare bien chaque vin sur les 5 variables choisies sans qu'il apparaisse de zones privilégiant les macérations ou les cépages d'origine. Les vins de macération sont bien séparés des témoins lorsqu'on les prend deux à deux. On constate cependant une dispersion analytique assez importante pour le Bourboulenc témoin et macéré ainsi que pour le Chenin macéré. Le Chardonnay témoin est le plus pauvre en composés retenus; le Bourboulenc témoin est relativement riche en carbonyléthoxy-4-γ-butyrolactone, le Bourboulenc de macération est riche en tous les composés sauf en vinyl-4-guaïacol et en benzaldéhyde. Au contraire, le Chenin de macération est relativement riche en ces deux dernières substances.

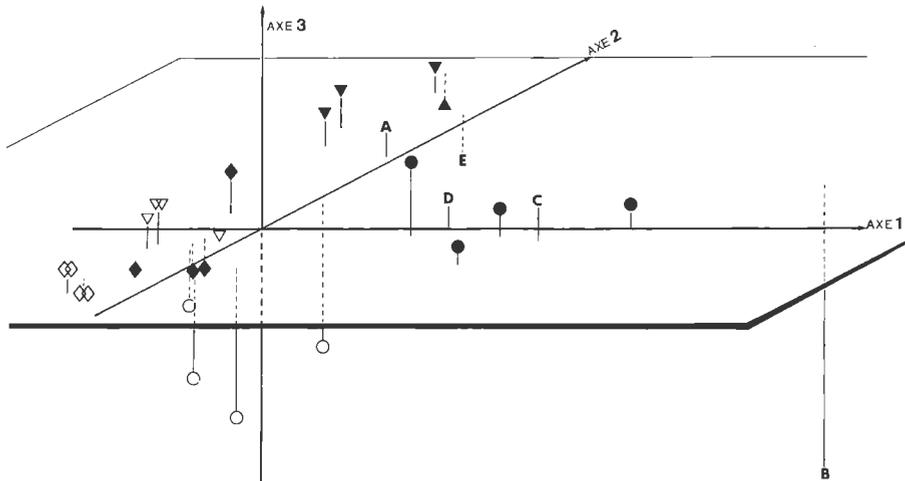


Fig. 2: Analyse en composantes principales n° 1 des vins.

Principal component analysis no. 1 of wines.

Bourboulenc	Vin témoin	○	Vin de macération	●
Chardonnay	Vin témoin	◇	Vin de macération	◆
Chenin	Vin témoin	△	Vin de macération	▲
A	Benzaldéhyde		D	Ethyl-4-phénol
B	Carbonyléthoxy-4-γ-butyrolactone		E	Vinyl-4-guaïacol
C	Ethyl-4-guaïacol			

L'ACP n° 2 (Fig. 3) réalisée sur 22 composés sépare aussi les divers vins de cépage, mais les écarts entre ces vins paraissent plus importants que ceux dûs à la macération. Elle privilégie des zones correspondant aux divers cépages d'origine. Les vins de Bourboulenc témoin et de macération isolés des autres sont bien séparés entre eux mais tous deux sont relativement riches en lactate d'éthyle, succinate de monoéthyle et de diéthyle, phényl-3-lactate d'éthyle, acide acétique et aussi hydroxy-4-butanoate d'éthyle. Les vins de Chardonnay, témoin et de macération, sont eux relativement riches en acides hexanoïque et octanoïque, butanoate d'éthyle, acétate d'hexyle. Le vin de Bourboulenc témoin, lui, est riche en malate de diéthyle.

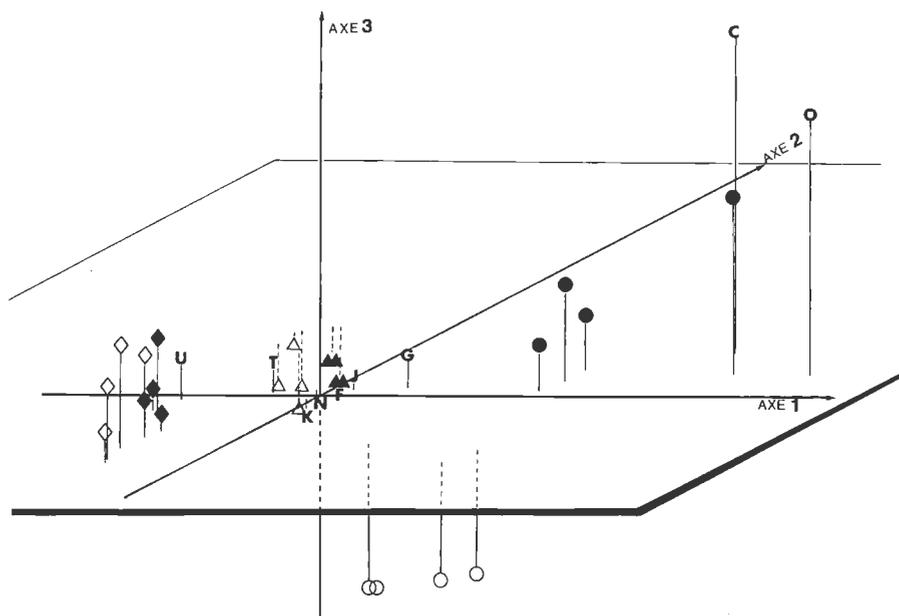


Fig. 3: Analyse en composantes principales n° 2 des vins.

Principal component analysis no. 2 of wines.

Bourboulenc	Vin témoin	○	Vin de macération	●
Chardonnay	Vin témoin	◇	Vin de macération	◆
Chenin	Vin témoin	△	Vin de macération	▲
A	Butanoate d'éthyle		L	Hydroxy-4-butanoate d'isopentyle
B	Acétate d'hexyle		M	Hydroxy-2-glutarate de diéthyle
C	Lactate d'éthyle		N	Phényl-3-lactate d'éthyle
D	Hydroxy-3-butanoate d'éthyle		O	Monosuccinate d'éthyle
E	Méthyl-4-hydroxy-2-pentanoate d'éthyle		P	Pyroglutamate d'éthyle
F	Lactate d'isopentyle		Q	Acide acétique
G	Succinate de diéthyle		R	Acide isobutyrique
H	Acétate de phényl-2-éthyle		S	Acide butyrique
I	Succinate d'isobutyl éthyle		T	Acide hexanoïque
J	Hydroxy-4-butanoate d'éthyle		U	Acide octanoïque
K	Malate de diéthyle		V	Acide décanoïque

Les composés non-mentionnés sur la figure sont cachés par les points à l'origine des axes.

L'ACP n° 3 (Fig. 4) concerne 20 autres variables. La séparation des vins est bonne. L'effet dû au cépage se distingue toujours mais celui de la macération est plus net. Les vins de macération se rassemblent dans des zones privilégiées se séparant ainsi de tous les témoins. Ces derniers sont séparés par rapport à l'axe 3. Les vins de macération le sont mieux par rapport aux axes 1 et 2. Ces derniers se distinguent par leur richesse relative en hexanol-1, méthyl-2 propanol-1, N-acétamide de l'isoamyle. Le vin de Bourboulenc de macération est particulièrement riche en méthylthio-3-propanol-1, N-acétamide de phényl-2-éthyle et en alcools isoamyliques. Dans une moindre mesure, le vin de Bourboulenc témoin est aussi riche en ces composés.

Cette approche descriptive nous donne donc un aperçu des possibilités de distinction sur la base d'un profil chromatographique des divers vins de cépage, ayant subi ou non la macération pelliculaire. Les modifications importantes mais d'ordre quantitatif de la composante volatile des vins porte essentiellement sur des substances qui

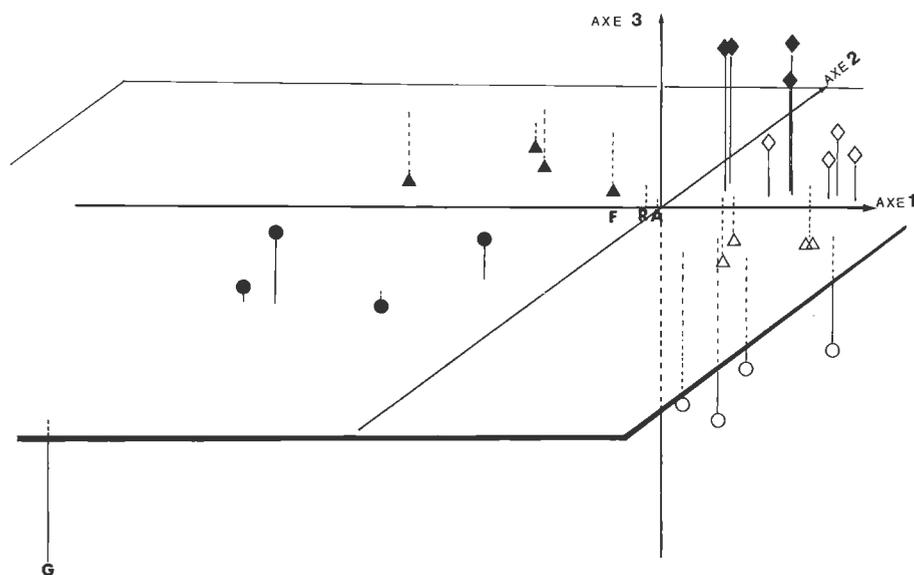


Fig. 4: Analyse en composantes principales n° 3 des vins.

Principal component analysis no. 3 of wines.

Bourboulenc	Vin témoin	○	Vin de macération	●
Chardonnay	Vin témoin	◇	Vin de macération	◆
Chenin	Vin témoin	△	Vin de macération	▲
A	Hexanol-1		K	Ethoxy-3-propanol-1
B	Hexène-3-ol-1 E		L	Butanediol-2,3 méso
C	Hexène-3-ol-1 Z		M	Méthylthio-3-propanol-1
D	Linalol		N	Acétoxy-3-propanol-1
E	α -terpinéol		O	Alcool benzylique
F	Méthyl-2-propanol-1		P	Acétoxy-4-butanol-1
G	Méthyl-3-butanol-1		Q	N-(Méthyl-2-butyle) acétamide
H	Méthyl-3-butène-3-ol-1		R	N-(Méthyl-3-butyle) acétamide
I	Pentanol-1		S	N-(Méthylthio-3-propyle) acétamide
J	Méthyl-3-pentanol-1		T	N-(Phényl-2-éthyle) acétamide

Les composés non mentionnés sur la figure sont cachés par les points à l'origine des axes.

sont des métabolites de la levure. Elles sont à la base des différenciations mais ne sont pas considérées comme susceptibles d'apporter une typicité particulière aux vins (SCHREIER *et al.* 1976). Il est vrai que pour la plupart de ces composés l'on connaît assez mal leur impact sur les sensations organoleptiques. Ils sont toutefois le reflet d'une modification par les fermentations du matériel précurseur de départ apporté par la macération ou/et des différences de composition des divers cépages et par voie de conséquence très dépendantes des conditions fermentaires. Il est donc difficile d'affirmer, sur la base de cette seule expérimentation, que les substances qui ressortent de cette analyse suffisent grâce à leur plus ou moins grande abondance pour définir l'origine des produits.

L'analyse gustative a permis aussi à l'aide de tests triangulaires de différencier les vins de macération des témoins dans tous les cas et avec une bonne certitude. Mais l'on peut constater que les jugements qui ont été portés sur l'intensité et surtout sur la qualité aromatique ne vont pas de pair avec l'abondance des constituants volatils. En effet, les vins témoins de Chenin et de Bourboulenc ont été jugés supérieurs aux macérés. La macération pelliculaire a par contre été bénéfique au vin de Chardonnay et les vins de ce cépage, quoique globalement moins riches en composants volatils, ont été mieux jugés sur le plan olfactif que tous les autres. Les vins de Bourboulenc, les plus riches, ont par contre été les moins bien appréciés. On est donc obligé de constater avec d'autres (USSEGLIO-TOMASSET et DI STEFANO 1981) que les différences de profils analytiques tels qu'on peut les mesurer ne permettent pas de conclure sur des différences de saveurs.

Résumé

Les raisins de trois cépages Chenin, Chardonnay, Bourboulenc ont été vinifiés selon la technologie traditionnelle, avec et sans macération pelliculaire et les composés volatils des vins obtenus ont été analysés par les techniques classiques de chromatographie en phase gazeuse. 61 substances ont été identifiées et dosées avec 4 répétitions. Pour chacune, on a effectué une analyse de variance en comparant, selon les cépages, chaque vin de macération au vin témoin correspondant. On constate que la macération pelliculaire entraîne une augmentation significative de la plupart des composés volatils des vins, à l'exception des acides volatils. Des analyses en composantes principales, fondées sur les concentrations en composés trouvées significativement différentes par analyse de variance, ont été réalisées dans le but de classer les vins étudiés.

Références bibliographiques

- ARNOLD, R. A.; NOBLE, A. C.; 1979: Effect of pomace contact on the flavor of Chardonnay wine. *Amer. J. Enol. Viticult.* **30**, 179—181.
- BAUMES, R.; BAYONOVE, C.; BARRILLÈRE, J. M.; ESCUDIER, J. L.; CORDONNIER, R.; 1988: La macération pelliculaire dans la vinification en blanc. Incidence sur la composante volatile des moûts. *Connaiss. Vigne Vin* **22**, 209—223.
- ; CORDONNIER, R.; NITZ, S.; DRAWERT, F.; 1986: Identification and determination of volatile constituents in wines from different vine cultivars. *J. Sci. Food Agricult.* **37**, 927—943.
- BOIDRON, J. N.; DIAZ-CERVANTES, M. I.; 1982: Evolution des alcools terpéniques pendant la fermentation. *Bull. Techn. Pyrén. Orient.* **105**, 156—158.

- COOKE, G. M.; BERG, H. W.; 1983: A reexamination of varietal table wine processing practices in California. I. Grape standards, grape and juice treatment and fermentation. *Amer. J. Enol. Viticult.* **34**, 249—256.
- DIAZ-CERVANTES, M. I.; 1979: Contribution à l'étude des substances volatiles des raisins et des vins de Muscat. Thèse Doct. Sci., Univ. de Bordeaux, France.
- DUBOIS, P.; BRULÉ, G.; ILIC, M.; 1971: Etude des phénols volatils de deux vins rouges. *Ann. Technol. Agric.* **20**, 131—139.
- DUBOURDIEU, D.; OLLIVIER, C.; BOIDRON, J. N.; 1986: Incidence des opérations préfermentaires sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blancs secs. *Connaiss. Vigne Vin* **20**, 53—76.
- MARAIS, J.; POOL, H. J.; 1980: Effect of storage time and temperature on the volatile composition and quality of dry white table wine. *Vitis* **19**, 151—164.
- — ; VAN WYK, C. J.; 1986: Effect of grape maturity and juice treatments on terpene concentrations and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Weisser Riesling and Bukettraube. *S. Afr. J. Enol. Viticult.* **7**, 26—35.
- MARGHERI, G.; PELLEGRINI, R.; VERSINI, G.; SARTORI, G.; INAMA, S.; GIANOTTI, L.; 1980: Relazione fra le tecniche di vinificazione ed i componenti volatili del vino „Pinot bianco Trentino 79". *Symp. d'Oenologie San Michele all'Adige, Trento, Italie*, 99—111.
- NAGEL, C. W.; BARANOWSKI, J. D.; WOLF, L. W.; POWERS, J. R.; 1979: The hydroxycinnamic acid tartaric acid ester content of must and grape varieties grown in the Pacific Northwest. *Amer. J. Enol. Viticult.* **30**, 198—201.
- O.I.V.; 1978: Recueil des Méthodes Internationales d'Analyse des Vins. Office International de la Vigne et du Vin, Paris.
- OUGH, C. S.; 1969: Substances extracted during skin contact with must. I. General wine composition and quality changes with contact time. *Amer. J. Enol. Viticult.* **20**, 93—100.
- — ; BERG, H. W.; 1971: Simulated mechanical harvest on gondola transport. I. Effect of temperature, atmosphere and skin contact on chemical and sensory qualities of white wines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **22**, 194—198.
- — ; — — ; COFFELT, R. J.; COOKE, G. M.; 1971: The effect on wine quality of simulated mechanical harvest and gondola transport of grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.* **22**, 65—70.
- RAMEY, D.; BERTRAND, A.; OUGH, C. S.; SINGLETON, V. L.; SANDERS, E.; 1986: Effects of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition. *Amer. J. Enol. Viticult.* **37**, 99—106.
- RAPP, A.; GÜNTERT, M.; RIETH, W.; 1985: Einfluß der Maischestandzeit auf die Aromastoffzusammensetzung des Traubenmostes und Weines. *Dt. Lebensm.-Rundsch.* **81**, 69—72.
- ROMEYER, F. M.; MACHEIX, J. J.; GOIFFON, J. P.; REMINIAC, C.; SAPIJ, J. C.; 1983: The browning capacity of grapes. Changes and importance of hydroxycinnamic tartaric acid esters during development and maturation of the fruit. *J. Agricult. Food Chem.* **31**, 346—349.
- SCHMIDT, J. O.; NOBLE, A. C.; 1983: Investigation of the effect of skin contact time on wine flavour. *Amer. J. Enol. Viticult.* **34**, 135—138.
- SCHREIER, P.; DRAWERT, F.; ABRAHAM, K. J.; 1980: Identification and determination of volatile constituents in Burgundy Pinot noir wines. *Lebensm. Wiss. Technol.* **13**, 318—321.
- — ; — — ; JUNKER, A.; REINER, L.; 1976: Anwendung der multiplen Diskriminanzanalyse zur Differenzierung von Rebsorten an Hand der quantitativen Verteilung flüchtiger Weinhaltstoffe. *Mitt. Klosterneuburg* **26**, 225—234.
- SIMPSON, R. F.; 1978: Aroma and compositional changes in wine with oxydation, storage and ageing. *Vitis* **17**, 274—287.
- — ; MILLER, G. C.; 1984: Aroma composition of Chardonnay wine. *Vitis* **23**, 143—158.
- SINGLETON, V. L.; SIEBERHAGEN, H. A.; DE WET, P.; VAN WYK, C. J.; 1975: Composition and sensory qualities of wines prepared from white grapes by fermentation with and without grape solids. *Amer. J. Enol. Viticult.* **26**, 62—69.
- — ; ZAYA, J.; TROUSDALE, E.; 1980: White table wine quality and polyphenol composition as affected by must SO₂ content and pomace contact time. *Amer. J. Enol. Viticult.* **31**, 14—20.
- STRYDOM, M.; 1983: Caractérisation de 14 souches de levures par leur capacité de fermentation et par la composition et qualité du vin produit. 18^e Congr. Intern. de la Vigne et du Vin de l'OIV, Le Cap, Afrique du Sud, 201—216.
- TEST, S. L.; NOBLE, A. C.; SCHMIDT, J. O.; 1986: Effect of pomace contact on Chardonnay musts and wines. *Amer. J. Enol. Viticult.* **37**, 133—136.
- USSEGLO-TOMASSET, L.; DI STEFANO, R.; 1981: Variabilities in the production of volatile components with the same yeast strain. *Vini d'Italia* **23**, 249—264.

- VAN WYK, C. J.; AUGUSTYN, O. P. H.; DE WET, P.; JOUBERT, W. A.; 1977: The role of isoamylacetate in the typical fermentation bouquet of *Vitis vinifera* cultivar Pinotage. Proc. S. Afr. Soc. for Enology and Viticulture, Symp. Cape Town, 21—22 Nov., 155—171.
- VERSINI, G.; INAMA, S.; SARTORI, G.; 1980: Indagine gascromatografica in colonna capillare dei costituenti terpenici del Riesling Renano del Trentino Alto Adige. Distribuzione nell'acino, passaggio nel mosto e presenza nel vino a seconda di diverse tecniche di vinificazione, considerazioni organolettiche. Symp. d'Oenologie, San Michele all'Adige, Trente, Italie, 309—334.
- WAGENER, W. W.; WAGENER, G. W. W.; 1968: The influence of ester and fusel alcohol content upon the quality of dry white wine. S. Afr. J. Agric. Sci. 11, 465—476.
- WILLIAMS, A. M.; 1982: Recent developments in the field of wine flavour research. J. Inst. Brew. 88, 43—53.

Eingegangen am 27. 6. 1988

R. L. BAUMES, C. L. BAYONOVE et
R. E. CORDONNIER
Laboratoire des Arômes et des Substances
Naturelles
Institut des Produits de la Vigne
I. N. R. A.
2, Place Viala
F 34060 Montpellier Cedex
France

J. M. BARRILLÈRE
J. L. ESCUDIER
Station Expérimentale de Pech
Rouge-Narbonne
Institut des Produits de la Vigne
I. N. R. A.
F 11430 Gruissan
France