Connaissance Vigne Vin, 1988, **22,** N° 3, 209-223.

LA MACÉRATION PELLICULAIRE DANS LA VINIFICATION EN BLANC. INCIDENCE SUR LA COMPOSANTE VOLATILE DES MOÛTS

R. BAUMES*, C. BAYONOVE*, J.M. BARILLÈRE**, J.L. ESCUDIER** et R. CORDONNIER*

* Laboratoire des Arômes et des Substances Naturelles, IPV-INRA, 2, place Viala 34060 Montpellier Cedex (France).
** Station expérimentale de Pech-Rouge-Narbonne, IPV-INRA, 11430 Gruissan (France)

INTRODUCTION

En vinification en blanc le contact entre les pellicules et le jus ou macération pelliculaire, quoique difficile à éviter complètement, n'est généralement pas recherché. La fermentation se déroule habituellement sur des jus d'extraction directe et clarifiés. On reproche souvent aux vins ainsi obtenus le manque de typicité aromatique apportée par le cépage. L'empirisme a montré que dans certains cas la macération pelliculaire pouvait améliorer la qualité. Cette technique, basé sur la pratique, s'est développée dans plusieurs pays, notamment en France pour l'élaboration de vins doux naturels de type Muscat ainsi qu'en Californie pour l'obtention des vins de Chardonnay qui sont mieux jugés ainsi; la tendance est de l'appliquer à d'autres cépages (OUGH, 1969; COOKE et BERG, 1983). La macération pelliculaire, de même qu'un pressurage poussé, doit permettre en effet une meilleure extraction du potentiel aromatique du raisin dont on sait qu'une grande partie est localisée dans les parties solides de la baie (BAYONOVE et *al.,* 1974; KINZER et SCHREIER, 1980; VERSINI et *al.,* 1980; GUNATA et *al.,* 1985; WILSON et *al.,* 1986). En outre, dans le temps relativement court de la macération, des systèmes enzymatiques peuvent se manifester, notamment en hydrolysant une partie des formes glycosylées de l'arôme, concourant ainsi à l'enrichissement des jus en éléments volatils (BAYONOVE et *al.,* 1984). Cependant, les effets négatifs peuvent l'emporter sur cet aspect positif, par exemple par une extraction plus abondante de composés phénoliques susceptibles de conduire à des produits plus colorés, astringents ou amers. Mais il y a des exceptions, en particulier le Chardonnay qui, une fois vinifié, développe peu la sensation d'amertume malgré les longues durées de macération entraînant un enrichissement conséquent en composés phénoliques (SINGLETON et *al.,* 1975; TEST et *al.,* 1986). De même, au cours de la macération il y a enrichissement en substances produites par voie enzymatique oxydative tels les alcools et aldéhydes à six atomes de carbone qui peuvent conduire à des flaveurs désagréables de type herbacé (CORDONNIER et BAYONOVE, 1981; CROUZET, 1986). Il est un fait que la macération pelliculaire n'est pas toujours considérée comme favorable à la qualité du produit fini. Il arrive fréquemment que les vins d'extraction directe soient préférés à ceux de macération (OUGH et BERG, 1971;

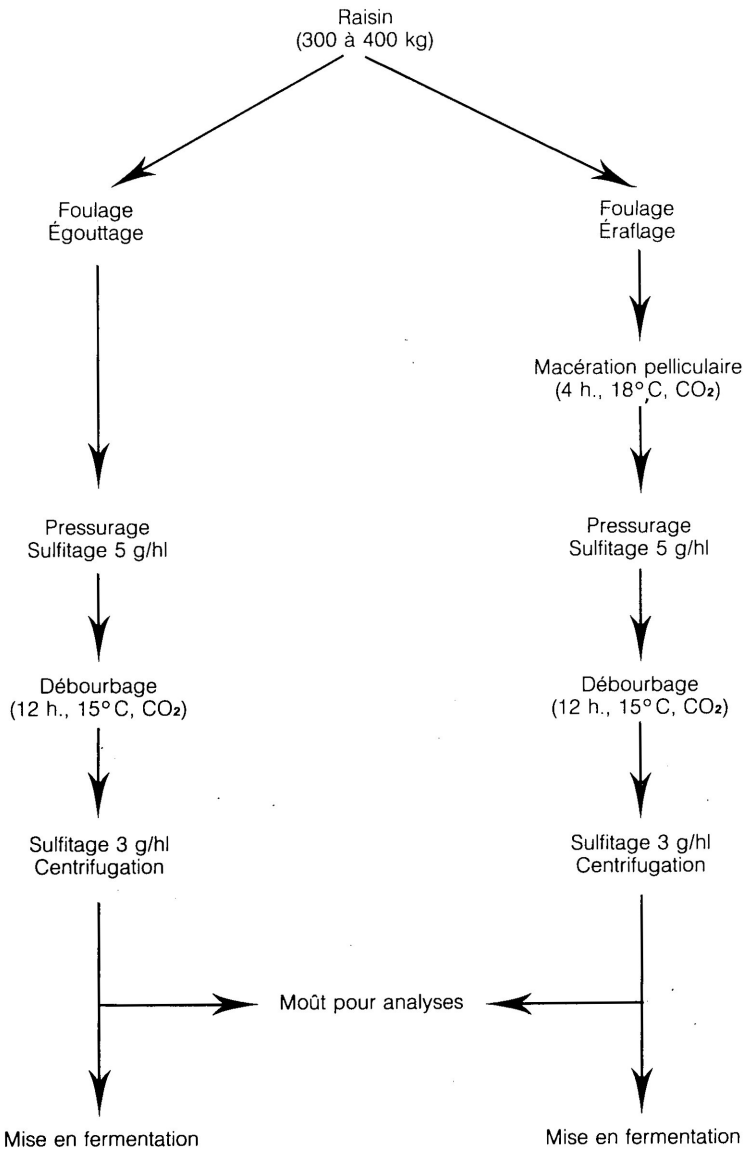


Fig. 1. — Schéma de préparation des moûts.

SINGLETON et *al.*, 1975). Ses effets sur la qualité et sur quelques constituants du vin ont fait l'objet de travaux assez nombreux. Par contre, les conséquences sur la composition du moût, matériel de départ de la vinification, ont été comparativement moins étudiées et ne concernent que quelques éléments fixes et volatils (DUBOURDIEU et *al.*, 1986; MARAIS et VAN WICK, 1986; RAMEY et *al.*, 1986; TEST et *al.*, 1986). De ce fait, il nous a paru intéressant de porter notre attention, au cours de la macération pelli-

culaire, sur l'évolution des éléments importants de la qualité que sont les constituants volatils. Pour cela nous avons établi dans un premier temps un bilan aussi complet que possible de ces composés dans des moûts ayant ou non subi une macération pelliculaire, avant de poursuivre leur étude dans les vins correspondants. Ce sont les résultats relatifs aux moûts que nous présentons dans ce travail.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

I. — MATIÈRE PREMIÈRE

Les raisins de trois cépages (Chenin, Chardonnay, Bourboulenc) ont été cueillis à maturité industrielle et répartis en lots de 350 à 400 kg (tableau I). La préparation des moûts pour les vinifications a été réalisée en cave expérimentale dans des conditions proches de la pratique selon deux techniques, l'une par pressurage direct du raisin, l'autre en introduisant une étape de macération (4 heures à 18° C) entre moût et pellicules avant l'obtention du jus. Les prélèvements pour analyses sont faits après centrifugation des moûts (figure 1).

II. — MÉTHODES D'ANALYSE

1) *Analyse des moûts*

Les constituants fixes ont été analysés selon les techniques officielles recommandée par l'O.I.V.

2) *Analyse des constituants volatils*

Extraction des moûts

Préalablement à l'extraction, on rajoute dans 300 ml de moût 1 ml d'une solution éthanolique d'octanol-2 à 209 μg par millilitre. L'extraction est réalisée en continu pendant 8 heures, dans un extracteur liquide-liquide, au moyen de l'azéotrope pentane-dichlorométhane (2:1, v/v) dans un local réfrigéré à 10-15° C (DRAWERT et RAPP, 1968; DRAWERT et *al.,* 1969; BAUMES et *al.,* 1986).

Les extraits obtenus sont séchés sur sulfate de sodium anhydre et concentrés jusqu'à un volume de 2 ml.

Les moûts ont été extraits immédiatement après leur obtention. L'extraction de chaque lot de moût fait l'objet de trois répétitions.

Conditions chromatographiques

Les composants des extraits aromatiques sont séparés et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse (C.P.G.) à l'aide d'un appareil Varian 6500 équipé d'une colonne capillaire Chrompack en silice fondue (Longueur = 26 m, diamètre interne = 0,32 mm) dont la phase CP Wax 57 CB est greffée à la paroi (épaisseur de la phase = 1,2 μm). L'appareil est muni d'un injecteur «on column» à température programmable. Le débit du gaz vecteur est de 2 ml par minute. La température du four est de 60° C au moment de l'injection, maintenue isotherme 3 minutes, programmée ensuite à 2° C par minute jusqu'à 195° C puis maintenue ainsi 20 minutes. Au moment de

l'injection la température de l'injecteur est de 10° C puis immédiatement programmée à 180° C par minute jusqu'à 250° C. Les volumes injectés sont de 4 μl environ.

Sur chaque extrait aromatique l'analyse est répétée trois fois. Ces conditions chromatographiques ont été choisies pour avoir la meilleure séparation possible de tous les composants des extraits par une seule chromatographie ; quelques rares substances cependant sont mal isolées et difficilement quantifiables ; c'est le cas de composés très volatils et voisins du pic du solvant.

Identification des composants par couplage C.P.G.-I.T.D. («Ion Trap Detector»)

Le chromatographe, équipée de la même colonne que ci-dessus, est couplé à un détecteur de masse (I.T.D. 700, Finnigan). Ce couplage est effectué en «open split» avec une colonne de transfert capillaire DB5 (Longueur = 1,2 m, diamètre interne = 0,15 mm) dans une enceinte parcourue par un courant d'hélium à 2 ml par minute et maintenue à 230° C. A l'exception de l'hélium, les conditions chromatographiques sont identiques à celles précédemment décrites. La température de la source ainsi que l'énergie des électrons sont fixés par le constructeur (soit respectivement 230° C et 50 à 80 e.v.). Le balayage est réalisé entre 29 et 250 amu à 2 secondes d'intervalle. Les identifications sont obtenues en comparant les temps de rétention et les spectres de masse avec les données de composés de référence ou de la littérature.

III. — PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

1°) Les résultats présentés dans le tableau II représentent les moyennes de 9 analyses (3 extractions, 3 injections) pour chaque moût. Les résultats en italique indiquent les composés dont les valeurs sont significativement différentes au seuil de 5 p. 100 après analyse de la variance entre les échantillons témoins et de macération. Les dosages ont été effectués sans facteur de calibration. Les concentrations déterminées sont à considérer seulement en valeur relative. Toutefois, les valeurs obtenues constituent des estimations raisonnables de concentrations réelles dans les moûts pour la plupart des composés présentant des propriétés physico-chimiques analogues à celles de l'octanol-2 (BAUMES et *al.*, 1986).

2°) Analyse multidimensionnelle

Des analyses en composantes principales ont été effectuées sur les données analytiques, non pas sur les résultats moyens présentés dans le tableau II mais en prenant en compte les valeurs analytiques moyennes (moyenne des injections en C.P.G.) données par chaque extrait aromatique, et qui constituent autant d'individus dans l'A.C.P. Les variables sont prises parmi les composés significatifs après analyse de variance. Ainsi, pour le jus il y a 18 individus (3 extractions par cépage pour les jus témoins et ceux de macération) et 17 variables ou composés volatils significatifs et qui rassemblent 1 terpénol, 10 alcools, 1 ester, 2 composés carbonylés, 2 lactones, 1 phénol volatil (figure 2). Les trois premières composantes principales ou axes principaux des A.C.P. sont retenues pour constituer un espace tridimensionnel dans lequel seront situés les individus ou les variables.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

I. — INFLUENCE DE LA MACÉRATION SUR LA COMPOSITION GÉNÉRALE DES MOÛTS

Dans les moûts de macération il y a, par rapport aux témoins, davantage de certains éléments (tableau I) en particulier de potassium et calcium. Il y a aussi accroissement du pH et de la DO 280. Ce surplus, dans les jus de macération, n'est pas constant pour d'autres éléments et il semble alors que le cépage joue un rôle. Par contre, on y observe une diminution de l'acide tartrique et de l'acidité totale. L'on sait par ailleurs que les moûts de macération sont plus riches en composés phénoliques, acides-phénols, acides aminés, protéines, polysaccharides neutres, potassium; leur pH est aussi plus élevé. Par contre, l'acidité totale est plus faible et il y a moins d'acide tartrique et de polysaccharides acides (DUBOURDIEU et *al.*, 1986; TEST et *al.*, 1986). Nos résultats sont donc en bon accord avec ceux obtenus par d'autres auteurs.

TABLEAU I

Conditions de la vinification et composition des moûts.

	Bourboulenc		Chardonnay		Chenin	
	Témoin	Macération	Témoin	Macération	Témoin	Macération
Poids de vendange (kg)	340	334	346	345	437	336
Jus après pressurage (l)	215	220	215	240	290	250
Rafle (kg)		16		10		21
Poids de marc (kg)	103	57	100	55	119	50
État sanitaire	sain	sain	sain	sain	sain	sain
Sucres (g/l)	194	196	191	181	168	157
Acidité totale (gH_2SO_4/l)	5.75	5.6	4.8	3.9	7.6	7.1
Acide tartrique (méq/l)	64.6	59	86.9	74.8	97.3	86.4
Acide malique (méq/)	110	121	27	25	94	85
pH	3.3	3.49	3.06	3.25	3.04	3.14
K (méq/l)	38.4	45.6	29.7	31.8	26.9	29.4
Na (méq/l)	2.43	3.56	0.43	0.43		
Ca (méq/l)	2.70	3.30	3.30	3.85		
Mg (méq/l)	5.16	5.41	2.58	2.75	5.9	5.9
DO280	0.120	0.134	0.119	0.151	0.110	0.131

TABLEAU II

Incidence de la macération pelliculaire sur la composition des moûts en constituants volatils.

(résultats exprimés en μg/l)

Les valeurs en italique sont significativement différentes (5 %) entre moût témoin et moût de macération.

Composés	Bourboulenc Témoin	Bourboulenc Macération	Chardonnay Témoin	Chardonnay Macération	Chenin Témoin	Chenin Macération
Composés en C_6						
Hexanal	120.2	128.5	278.4	510.9	191.0	103.8
E Hexénal-2	57.4	76.8	*91.8*	*19.0*	12.6	14.4
Hexanol	*433.5*	*1 298.1*	*1 169.0*	*2 238.7*	*692.0*	*2 420.7*
E Hexène-3-ol-1	*1.4*	*7.7*	Absent	Absent	*9.4*	*67.1*
Z Hexène-3-ol-1	*164.1*	*182.2*	80.0	84.8	*32.4*	*61.9*
E Hexène-2-ol-1	*337.1*	*902.0*	*647.2*	*2 055.4*	*3.7*	*8.6*
Somme des composés en C_6	1 113.9	2 595.2	2 266.3	4 908.8	941.3	2 676.4
p. 100/total	**82.02**	**85.6**	**93.03**	**93.4**	**58.2**	**76.8**
Terpénols						
Linalol	2.5	4.0	5.1	6.1	Absent	Absent
Linalol oxyde pyrannique *trans*	2.8	2.7	8.5	10.1	3.3	3.7
Linalol oxyde pyrannique *cis*	Absent	0.4	7.4	8.5	1.5	3.1
Nérol	0.6	0.8	Absent	Absent	Absent	Absent
Géraniol	2.1	4.3	1.6	1.9	2.6	2.0
Diméthyl-3,7-octadiène-1,5-diol-3,7	1.0	3.1	0.3	1.5	*7.4*	*14.4*
Somme des terpénols	9.1	15.3	22.9	28.0	14.8	23.3
p. 100/total	**0.67**	**0.50**	**0.94**	**0.53**	**0.91**	**0,66**
Alcools						
Butanol-1	*6.0*	*21.1*	10.3	13.3	14.3	18.1
Pentène-3-ol-1	*8.6*	*13.4*	8.8	13.4	*10.3*	*17.9*
Diméthyl-2,4-pentanol-2	Absent	Absent	*Absent*	*13.3*	Absent	Absent
Méthyl-2-butanol-1	*50.6*	*128.4*	*9.9*	*19.1*	186.6	194.9

Pentène-2-ol-1	*7.8*	*15.5*	*6.3*	*11.1*	4.0	5.4
Octène-1-ol-3	2.1	2.7	3.2	3.7	20.8	16.1
Heptanol-1	*3.8*	*4.9*	3.8	3.7	*4.0*	*5.6*
Éthyl-2-hexanol-1	2.0	3.0	3.4	4.1	1.7	1.0
Octanol-1	*1.8*	*3.8*	*0.6*	3.8	2.7	1.9
Méthylthio-3-propanol-1	*0.3*	*3.0*	*Absent*	*3.6*	*5.7*	*14.8*
Alcool benzylique	*7.5*	*21.3*	*14.5*	*41.3*	9.4	0.5
Phényl-2-éthanol	*34.8*	*68.0*	*19.6*	*60.7*	155.9	156.5
Somme des alcools	125.2	285.2	80.4	191.2	415.4	432.7
p. 100/total	**9.2**	**9.4**	**3.3**	**3.63**	**25.7**	**12.41**
Esters						
Acétate d'isoamyle	*4.0*	*10.9*	Absent	Absent	Absent	Absent
Somme des esters	4.0	10.9	0.0	0.0	0.0	0.0
p. 100/total	**0.29**	**0.35**				
Composés carbonylés						
Acétoïne	12.0	17.1	10.6	15.3	76.0	70.6
Méthyl-6-heptanone-2	8.3	8.6	8.3	9.2	8.8	7.4
β-damascénone	*8.3*	*6.0*	*0.2*	*3.6*	3.9	1.8
Benzaldéhyde	*4.9*	*8.7*	7.7	9.5	*22.9*	*69.1*
Somme des composés carbonylés	33.6	40.5	26.8	37.7	111.6	148.8
p. 100/total	**2.47**	**1.33**	**1.1**	**0.71**	**6.9**	**4.26**
Lactones						
γ-butyrolactone	60.6	66.9	*29.7*	*69.2*	96.1	145.3
γ-nonalactone	Absent	Absent	Absent	Absent	*0.7*	*4.7*
Somme des lactones	60.6	66.9	29.7	69.2	96.8	150.0
p. 100/total	**4.46**	**2.20**	**1.21**	**1.31**	**5.99**	**4.3**
Phénols						
Vinyl-4-phénol	*11.9*	*17.2*	*10.3*	*18.2*	36.8	54.9
Somme des phénols	11.9	17.2	10.3	18.2	36.8	54.9
p. 100/total	**0.87**	**0.56**	**0.42**	**0.34**	**2.27**	**1.57**
Total	**1 358**	**3 031**	**2 436**	**5 253**	**1 616**	**3 485**

II. — INFLUENCE DE LA MACÉRATION SUR LA COMPOSITION EN SUBSTANCES VOLATILES DES MOÛTS

32 composés ont été identifiés et quantifiés (tableau II). Si l'on considère la totalité des constituants volatils dosés, on constate que la richesse des moûts dépend du cépage (Chardonnay > Chenin > Bourboulenc) aussi bien avec macération que sans macération. Dans tous les cas, la macération a entraîné un enrichissement des moûts en composés volatils; cependant, les différences introduites par la macération sont plus grandes que celles induites par le cépage. En valeur absolue, le total des composés volatils varie de 1.358 à 2.436 μg par litre pour les moûts témoins et de 3.031 à 5.253 μg par litre dans les moûts de macération. Ces derniers ont des teneurs 2,3 à 2,8 fois plus fortes que les moûts témoins.

Le profil aromatique des jus tel qu'il a été mesuré dans les trois moûts comprend 6 composés à 6 atomes de carbone (aldéhydes et alcools) qui représentent suivant le cépage de 58 à 93,4 p. 100 du total des constituants volatils. Viennent ensuite 12 alcools 3,3 à 25,7 p. 100 du total, 4 composés carbonylés (2,5 à 4,3 p. 100), 2 lactones (1,2 à 6 p. 100), 1 phénol (0,30 à 2,3 p. 100), 6 terpénols (0,5 à 0,94 p. 100). Les esters sont peu représentés puisqu'un seul a été identifié, l'acétate d'isoamyle dans les moûts de Bourboulenc et il ne représente que 0,29 à 0,35 p. 100 du total.

Les composés en C_6 sont donc particulièrement abondants et ce sont eux qui font l'essentiel des différences. Les moûts de macération sont deux à trois fois plus riches que les moûts témoins. L'importance relative de ces composés dans les profils chromatographiques varie suivant le cépage mais assez peu entre témoins et macérés, sauf dans le cas du Chenin où l'écart reste important (58,2 p. 100 pour 76,8 p. 100). Il faut aussi noter que c'est dans le moût de Chenin témoin qu'ils prennent le moins d'importance (58,23 p. 100). Parmi ces substances, l'hexanol est le plus abondant suivi de l'hexène-2-ol-1 E et de l'hexanal. Il a été montré par ailleurs (RAMEY et *al.*, 1986) que l'hexanol reste généralement plus important que l'hexène-2-ol-1 E et que pour des macérations inférieures à 5 heures et des températures supérieures à 15° C ces alcools augmentent fortement. Il est donc normal que dans les conditions de cette expérimentation (18° C, 4 heures) les teneurs en alcools en C_6 des jus de macération soient plus fortes que celles des jus témoins. Ces substances dérivent, par oxydation enzymatique, des acides gras linoléique et linolénique et sont dans un état dynamique constant qui mène des aldéhydes aux alcools et en particulier à l'hexanol (CORDONNIER et BAYONOVE, 1981; CROUZET, 1986). Ce dernier et ses homologues se rencontrent dans tous les produits végétaux après leur broyage en présence d'air et n'offrent pas de ce fait de typicité particulière; suivant leur teneur, cependant, ils peuvent avoir, par l'apport de flaveurs herbacées un effet défavorable sur l'arôme. Les différences en précurseurs lipidiques suivant les variétés sont faibles et considérées comme davantage dues à des facteurs édaphiques que génétiques (ROUFET et *al.*, 1987). On remarque toutefois qu'il existe quelques écarts entre les moûts des différents cépages et que le Chenin témoin renferme relativement peu de composés en C_6. Cette teneur plus faible pourrait s'expliquer par un degré de maturité plus élevé de cet échantillon comme le témoigne sa plus grande richesse en sucre (tableau I).

Les alcools autres que ceux en C_6 sont globalement plus abondants dans les jus de macération que dans les jus témoins. Il en est de même pour la plupart des alcools pris individuellement. Parmi eux, les alcools benzylique et phényl-2 éthylique sont signalés très fréquemment dans le raisin. Ces deux alcools sont plus abondants dans les moûts de macération sauf dans le cas du moût témoin du Chenin où l'alcool benzylique y est plus important. Il faut remarquer que ces deux substances se trouvent en abondance dans la pellicule (WILLIAMS et *al.*, 1983; GUNATA et *al.*, 1985a et b). Dans les moûts de Chardonnay ayant macéré pendant diverses durées et à différentes températures les teneurs en alcools benzylique et phényl-2 éthylique augmentent fortement et peuvent être multipliées par un facteur de 4 environ (RAMEY et *al.*, 1986). Dans le cas présent, et pour deux cépages au moins, les teneurs en ces alcools dans le moût de macération sont multipliés par un facteur de 2 à 3. Ces résultats sont donc en bon accord avec les précédents. Par rapport aux deux autres cépages le Chenin présente une teneur plus faible en alcool benzylique, mais il est en contrepartie beaucoup plus riche en benzaldéhyde. L'on sait que cette substance peut avoir pour origine l'alcool benzylique (BLAISE, 1986). On remarquera que cet aldéhyde est dans tous les cas plus abondant dans les moûts de macération.

Le méthanol qui, étant donné sont origine (MARTEAU et *al.*, 1963), pourrait être un bon témoin de la macération, n'a pas été dosé pour des raisons techniques, mais on sait que dans les vins de Chardonnay le taux de méthanol augmente avec la température de macération (RAMEY et *al.*, 1986).

Deux lactones ont été identifiées et quantifiées. On remarque qu'elles sont plus abondantes dans les jus de macération; de plus, la γ-nonalactone n'est décelable et quantifiable que dans le Chenin. Ce type de composé est fréquemment signalé dans le vin (MULLER et *al.*, 1973) mais pratiquement jamais dans le raisin. La γ-butyrolactone a toutefois été décelée dans des extraits de pellicule (ÉTIÉVANT et BAYONOVE, 1983). Les lactones se trouvent présentes, parfois en abondance, dans de nombreux fruits où l'on admet qu'elles sont issues du métabolisme par la voie des acides insaturés (TANG et JENNING, 1968; MAGA, 1976). Il n'est donc pas improbable qu'elles puissent exister, même en petite quantité, dans le raisin et davantage dans certaines variétés que dans d'autres, ce qui semblerait être le cas ici du Chenin. Sur le plan organoleptique elles sont susceptibles d'apporter des notes aromatiques agréables, de pêche ou de noix de coco; certaines ont des seuils olfactifs relativement bas ce qui est notamment le cas de la γ-nonalactone (MAGA, 1976).

Le vinyl-4 phénol est le représentant unique des phénols volatils. Il est aussi plus abondant dans les moûts de macération et le Chenin est sensiblement plus riche que les autres cépages. Ce type de composé n'est pas habituellement signalé dans les extraits de raisin alors qu'il fait partie de la composante aromatique des vins. La présence, ici, de ce phénol volatil peut surprendre étant donné qu'on le considère comme produit au cours de la fermentation (DUBOIS, 1971). Un phénol volatil, l'eugénol, a toutefois été identifié dans l'extrait de pellicule de raisin (ÉTIÉVANT et BAYONOVE, 1983).

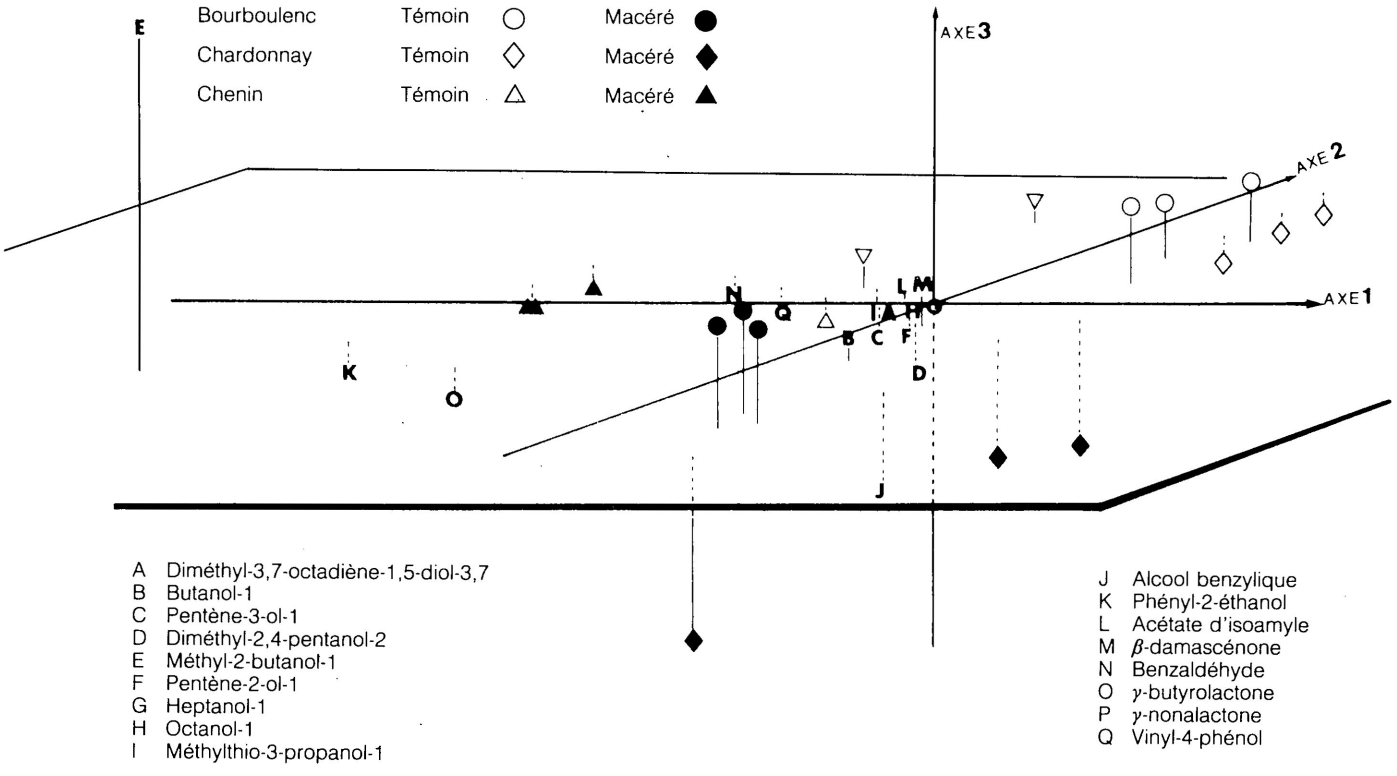


Fig. 2. — Analyse en composantes principales des moûts, matrice de corrélation. Composantes principales et axes principaux.

Les terpénols sont en faibles quantité dans tous les cépages analysés mais leur évolution est intéressante à suivre étant donné leur origine variétale et leur localisation préférentielle dans les parties solides de la baie (BAYONOVE et *al.*, 1974). La macération doit donc favoriser leur extraction. Globalement les jus de macération sont plus riches en terpénols que les témoins; on avait déjà constaté chez des Muscats que, au cours de la macération du moût en présence des parties solides, il y avait enrichissement des jus en composés terpéniques, en particulier en nérol et géraniol (BAYONOVE et *al.*, 1976). Cette dernière particularité n'apparaît pas ici étant donné la concentration trop faible de ces substances qui ne permet pas un dosage suffisamment précis. Nous avions observé aussi que l'extraction des terpénols était davantage liée à la formation d'éthanol, quoique faible dans la phase de macération, qu'à la durée de macération (BAYONOVE et *al.*, 1976). Ici, cette cinétique n'a pas été suivie. Pour d'autres cépages plus riches en terpénols tels le Riesling ou le Bukettraube, la teneur des moûts de macération en ces substances est souvent plus importante; ceci n'est cependant pas systématique car suivant le terpénol elle semble dépendante du cépage et du stade de maturité du raisin; il arrive en effet que le jus témoin soit plus riche. C'est le cas pour le Ho-triénol dans le Riesling et de l'α-terpinéol dans le Bukettraube pour divers stades de maturité (MARAIS et VAN WICK, 1986).

III. — L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (A.C.P.)

Elle confirme que les divers moûts macérés ou non se distinguent les uns des autres sur la base analytique de leur constituants volatils. Elle permet aussi de matérialiser cette distinction dans l'espace à trois dimensions bâti sur les trois premières composantes principales ou axes principaux qui cumulent 83 p. 100 de la variance. Les composants volatils qui jouent le rôle le plus important dans cette différenciation sont aussi matérialisés dans cet espace. Pour cette A.C.P. les composés en C_6 n'ont pas été retenus comme variables étant donné leur importance vis-à-vis des autres constituants et leur rôle qui apparaît évident à la lecture des résultats dans le tableau II.

Sur la base des constituants volatils retenus nous constatons (figure 2) que les moûts témoins sont bien séparés des moûts de macération. Il apparaît aussi un effet variétal important puisque les trois témoins sont bien séparés les uns des autres de même que les trois moûts de macération. En même temps, on observe une dispersion analytique relativement grande (qui se traduit par un éloignement des individus) pour les moûts de Chenin témoin et Chardonnay de macération. Le Chenin macéré et le Chenin témoin apparaissent relativement riches en certains composés comme le diméthyl-3,7 octadiène-1,5-diol-3,7, le pentène-3-ol-1, le méthyl-2-butanol-1, l'heptanol-1, le méthyl-3-thiopropanol, le phényl-2-éthanol, la benzaldéhyde, la γ-butyrolactone, la γ-nonalactone, le vinyl-4-phénol (figure 2). C'est le cas aussi dans une moindre mesure du Bourboulenc et du Chardonnay de macération qui sont eux plus riches en pentène-2 ol-1, octanol-1 et alcool benzylique. Par contre le Bourboulenc et le Chardonnay témoins sont pauvres en tous ces composés.

Les moûts de macération sont relativement plus riches en diméthyl-3,7-octadiène-1,5-diol-3,7, phényl-2-éthanol, alcool benzylique, benzaldéhyde et vinyl-4-phénol.

Ces résultats montrent que *la macération pelliculaire induit une modification quantitative des substances volatiles du moût* qui se traduit d'une façon globale par une augmentation de celles-ci. Ainsi, sur la base des constituants étudiés, les moûts de macération se distinguent bien des moûts témoins. Il reste à connaître quel sera l'impact de ces modifications en bout de chaîne technologique, c'est-à-dire après la vinification, sur le profil chromatographique des vins et sur leur qualité. C'est ce que nous réaliserons dans un prochain travail.

Manuscrit reçu le 9 mai 1988; accepté pour publication le 6 juillet 1988.

RÉSUMÉ

L'incidence de la macération pelliculaire sur la composition en substances volatiles des jus de trois cépages Chenin, Chardonnay, Bourboulenc a été étudiée par chromatographie en phase gazeuse. 32 composés, au total, ont été identifiés : 6 alcools à 6 atomes de carbone, 12 alcools autres que les précédents, 4 composés carbonylés, 2 lactones, 1 phénol, 6 terpénols, 1 ester. Ceux-ci ont été dosés avec 3 replications. Une analyse de variance a été réalisée pour déterminer si la macération pelliculaire contribue de façon significative à la variabilité observée dans les extraits. Pour toutes les substances volatiles dosées, les moûts issus de macération pelliculaire sont plus riches que les moûts témoins, 2,3 à 2,8 fois plus. Les aldéhydes et les alcools à 6 atomes de carbone sont quantitativement les plus importants (2 à 3 fois plus abondants dans les moûts de macération) et représentent 58 à 93 p. 100 des composés dosés. Afin de classer les moûts selon leurs composés volatils neutres, une analyse en composantes principales a été réalisée au moyen de ceux de ces composés significativement différents, d'un point de vue quantitatif, selon l'origine des moûts.

SUMMARY

The effect of skin contact on the composition of volatiles in the three varieties Chenin, Chardonnay and Bourboulenc was studied using gas chromatography. 32 components were identified in all the musts : 6 alcohols with 6 carbon atoms, 12 other alcohols, 4 carbonyl compounds, 2 lactones, 1 phenol, 6 terpenols and 1 ester. These were assayed in triplicate. Analysis of variance was carried out to determine whether skin contact made a significant contribution to the variability observed in the extracts. Musts prepared with skin contact were all richer (2.3 to 2.8 times) in all the volatiles assayed than the control musts. Aldehydes and alcohols with 6 carbon atoms were quantitatively the most important (2 to 3 times more plentiful in skin contact musts) and formed 58 to 93 p. 100 of the components determined. Principal component analysis was carried out to classify the musts according to the neutral volatiles that they contained; this was effected using the components that were significantly different quantitatively according to the type of must.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAUMES R., CORDONNIER R., NITZ S. et DRAWERT F., 1986. Identification and determination of volatile constituents in wine from different vine cultivars. *J. Sci. Food Agric.*, **37,** N° 9, 927-943.

BAYONOVE C., CORDONNIER R. et RATIER R., 1974. Localisation de l'arôme dans la baie de raisin variété Muscat d'Alexandrie et Cabernet-Sauvignon. *CR Acad. Agric. Fr.*, **60,** Séance du 11 décembre 1974, 1321-1328.

BAYONOVE C., CORDONNIER R., BENARD P. et RATIER R., 1976. L'extraction des composés de l'arôme du Muscat dans la phase préfermentaire de la vinification. *CR Acad. Agric. Fr,* Séance du 26 mai 1976, 734-750.

BAYONOVE C., GUNATA Z. et CORDONNIER R., 1984. Mise en évidence de l'intervention des enzymes dans le développement de l'arôme du jus de Muscat avant fermentation : la production de terpénols. *Bull. OIV,* **57,** N° 643-644, 740-758.

BLAISE A., 1986. Le goût d'amande amère dans les vins. *C.R. Journées de rencontres œnologiques* «Les Arômes des vins», Faculté de Pharmacie de Montpellier.

COOKE G.M. et BERG H.W., 1983. A re-examination of varietal table wine processing pratices in California. I. Grape standards, grape and juice treatment and fermentation. *Am. J. Enol. Vitic.,* **34,** N° 4, 249-256.

CORDONNIER R. et BAYONOVE C., 1981. Étude de la phase préfermetaire de la vinification. Extraction et formation de certains composés de l'arôme. Cas des terpénols, des aldéhydes et alcools en C_6. *Connaissance Vigne Vin,* **15,** N° 4, 269-286.

CROUZET J., 1986. Les enzymes de l'arôme des vins. *Rev. Fr. Œnologie,* N° 102, 42-49.

DRAWERT F. et RAPP A., 1968. Gas chromatographic analysis of plant aromas. Enrichment separation and identification of volatil aroma substances in grape musts and wines. *Chromatographia,* **1,** 446-457.

DRAWERT F., HEIMANN W., TRESSL R. et EMBERGER R. 1969. Chromatographische Untersuchung Pflanzlicher aromen. Anreicherung, Trennung und Identifizierung von Apfelaromastoffen. *Chromatographia, 2,* 57-66.

DUBOIS P., BRULE G. et ILIC M., 1971. Étude des phénols volatils de deux vins rouges. *Ann. Technol. Agric.,* **20,** N° 2, 131-139.

DUBOURDIEU D., OLLIVIER C. et BOIDRON J.N., 1986. Incidence des opérations préfermentaires sur la composition chimique et les qualités organoleptiques des vins blancs secs. *Connaissance Vigne Vin,* **20,** N° 1, 53-76.

ÉTIEVANT P. et BAYONOVE C., 1983. Aroma components of pomaces and wine from the variety Muscat of Frontignan. *J. Sci. Food Agric.,* **34,** 393-403.

GUNATA Y.Z., BAYONOVE C., BAUMES R. et CORDONNIER R., 1985. The aroma of grapes. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *J. Chromatogr.,* **331,** 83-90.

GUNATA Y.Z., BAYONOVE C., BAUMES R. et CORDONNIER R., 1985. The aroma of grapes. Localization and evolution of free and bound fractions of some grape aroma components cv. Muscat during the first development and the maturation of the fruit. *J. Sci. Food Agric.,* **36,** N° 9, 857-862.

KINSER G. et SCHREIER P., 1980. Influence of different pressing systems on the composition of volatile constituents in unfermented grape musts and wines. *Am. J. Enol. Vitic.,* **31,** N° 7-13.

MAGA J., 1976. Lactones in foods. Critical review. *Food Sci. Nut.,* **8,** N° 1, 1-56.

MARAIS J. et 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. Vitic.,* **7,** N° 1, 26-35.

MARTEAU G., SCHEUER J. et OLIVIERI Ch., 1963. Le rôle des enzymes pectolytiques du raisin ou de préparations commerciales dans le processus de la clarification des jus. *Ann. technol. Agric.,* **12,** N° 3, 155-176.

MÜLLER C.J., KEPNER R.E. et WEEB A.D., 1973. Lactones in wines. A review. *Am. J. Enol Vitic.,* **24,** N° 1, 5-9.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN, 1978. Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins.

OUGH C.S., 1969. Substances extracted during skin contact with must. I. General wine composition and quality changes with contact time. *Am. J. Enol. Vitic.,* **20,** N° 2, 93-100.

OUGH C.S. et BERG H.W., 1971. Simulated mechanical harvest on gondola transport. 5. Effect of temperature, atmosphere, and skin contact on chemical and sensory qualities of white wines. *Am. J. Enol. Vitic.,* **22,** N° 4, 194-198.

RAMEY D., BERTRAND A., OUGH C.S., SINGLETON V.L. et SANDERS E., 1986. Effects of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition. *Am. J. Enol. Vitic.,* **37,** N° 2, 99-106.

ROUFFET M., BAYONOVE C. et CORDONNIER R., 1987. Étude de la composition lipidique du raisin *Vitis vinifera* L. Évolution au cours de la maturation et localisation dans la baie. *Vitis,* **26,** N°2, 85-97.

SINGLETON V.L., SIEBERHAGEN H.A., DE WET P. et VAN WYK C.J., 1975. Composition and sensory qualities of wines prepared from white grapes by fermentation with and without grapes solids. *Am. J. Enol. Vitic.,* **26,** N° 2, 62-69.

TANG C.S. et JENNINGS W.G., 1968. Lactonic compounds of apricot. *J. Agric. Food Chem.,* **16,** N° 2, 252-254.

TEST S.L., NOBLE A.C. et SCHMIDT J.O., 1986. Effect of pomace contact on Chardonnay musts and wines. *Am. J. Enol. Vitic.,* **37,** N° 2, 133-136.

VERSINI G., INAMA S. et SARTORI G., 1980. Indagine gaschromatografica in colonna capillaire dei costituenti terpenici del Riesling Renato del Trentino alto adige. Distribuzione nell'acino, passagio nel moste e presenza nel vino a seconda di diverse tecniche de vinificazione, considerazioni organolettiche. *C.R. Symposium d'Oenologie S. Michele all'Adige,* Trente, Italie.

WILLIAMS P.J., STRAUSS C.R., WILSON B. et MASSY-WESTROPP R.A., 1983. Glycosides of phenyl-2 ethanol and benzyl alcohol in *Vitis vinifera* grapes. *Phytochemistry,* **22,** N° 9, 2039-2041.

WILSON B., STRAUSS C.R. et WILLIAMS P.J. 1986. The distribution of free and glycosidically bound monoterpenes among skin, juice, and pulp fractions of some white grape varieties. *Am. J. Enol. Vitic.*, **37,** N° 2, 107-111.