

COMPARAISON DE LA TENEUR EN ACIDES GRAS DES PÉPINS DE 24 CÉPAGES DE *VITIS VINIFERA* L.

Monique CHERRAD et J.J. LAVAUD

Laboratoire de Physiologie Végétale et Ampélogie
Université de Bordeaux I
Avenue des Facultés, 33405 Talence Cedex (France)

Résumé : *Les teneurs en acides gras des pépins des 24 cépages étudiés peuvent être très différentes d'un cépage à l'autre. Par contre, les proportions en acide stéarique, palmitique, oléique et linoléique sont comparables dans la plupart des variétés. Le groupe des Grenaches et le Pinot noir font exception. L'intensité de la biosynthèse des acides gras des pépins n'apparaît en relation ni avec leur grosseur, ni avec la couleur des baies ou l'époque de maturité des raisins.*

INTRODUCTION

La composition en acides gras des pépins de raisin est actuellement bien connue, certainement en raison de leur importance dans l'industrie alimentaire. Ces pépins sont caractérisés par leur grande richesse en acides gras insaturés et en particulier en acide linoléique, acide gras essentiel pour l'homme.

Cependant, une seule étude, semble-t-il, se rapporte à l'analyse comparative des acides gras des pépins provenant de différents cépages. Ce travail a été effectué par MATTICK et RICE (1976) sur des variétés de *Vitis labrusca* et des hybrides américains. Antérieurement, et sans faire de distinction entre les cépages, KINSELLA (1974) avait analysé les pépins appartenant à des lots constitués de diverses variétés de *Vitis vinifera* provenant de différentes régions du monde. Des études ultérieures (LAVAUD et CHERRAD, 1980 ; MIELE, 1986) ont porté uniquement sur le Cabernet Sauvignon.

Jusqu'à présent, aucune étude comparative n'ayant donc été réalisée sur des cépages de *Vitis vinifera*, il nous a paru intéressant de rechercher si des différences dans la composition en acides gras des pépins de ces cépages étaient susceptibles de se manifester.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les pépins ont été récoltés à maturité pendant 2 années consécutives (1988 et 1989) à partir de grappes de rang I, provenant de rameaux principaux de cépages de *Vitis vinifera* L. cultivés sur le même porte-greffe et dans la même parcelle. Vingt-quatre cépages ont été étudiés : Aramon, Baroque, Cabernet Sauvignon, Carignan, Cinsaut, Clairette de Provence, Colombar, Folle blanche, Grenache blanc, Grenache gris, Grenache noir, Grenache velu, Malbec, Merlot blanc, Merlot noir, Muscat de Hambourg, Pinot blanc, Pinot gris, Pinot Meunier, Pinot noir, Sauvignon, Sémillon, Ugni blanc et Valdiguier. Les pépins de Pinot blanc, gris et Meunier ont été prélevés seulement en 1988.

L'analyse a porté uniquement sur des pépins de type 1 (BOUARD, 1978), c'est-à-dire provenant de baies qui n'en contenaient qu'un. L'extraction a été réalisée selon la méthode de BLIGH et DYER (1959) adaptée aux organes de la Vigne (DARNÉ et MADERO, 1979). Le dosage des acides gras saponifiés et méthylés a été effectué par chromatographie en phase gazeuse suivant la technique décrite par METCALFE et *al.* (1966), modifiée par ATALAY (1975). Quatre acides gras principaux ont été analysés dans les pépins : les acides palmitique, stéarique, oléique et linoléique (LAVAUD et CHERRAD, 1980). L'acide linoléique n'est présent dans les pépins qu'à l'état de traces.

RÉSULTATS

I — TENEURS EN ACIDES GRAS

L'ensemble des résultats obtenus (valeurs moyennes correspondant aux années 1988 et 1989) est présenté dans le tableau I où les variétés ont été rangées en fonction de leur époque de maturité.

Dans les figures 1 et 2, les cépages ont été classés selon leurs teneurs moyennes en acides gras totaux calculées pour les 2 années étudiées.

Pour un même cépage, une différence entre les valeurs ainsi obtenues est significative lorsqu'elle se situe au-delà de 10 p. cent par rapport à la teneur moyenne.

a) Teneurs par rapport à 1 g de matière sèche

Les teneurs moyennes en acides gras totaux des pépins varient suivant les cépages. En effet, elles s'échelonnent de 85 mg/g pour les pépins de Carignan à 159 mg/g pour ceux d'Ugni blanc, du Grenache gris et du Grenache velu, comme le montre bien la figure 1.

Les teneurs moyennes en acides gras insaturés varient de la même manière que celles des acides gras totaux. Elles se situent entre 76 mg/g pour le Carignan et 147 mg/g pour le Grenache gris.

Par ailleurs, on observe que la teneur en acides gras totaux est plus élevée en 1989 qu'en

TABLEAU I

Poids sec et teneurs en acides gras totaux des pépins de 24 variétés de *Vitis vinifera*.

Époque de maturité	Cépage	Poids sec d'un pépin (mg)	Acides gras totaux (mg/g)	Acides gras totaux (mg/pépin)
1ère	Malbec (N)	29,6	139	4,2
	Pinot blanc	25,3	144	3,6
	Pinot gris	22,5	115	2,6
	Pinot Meunier (N)	23,4	124	2,9
	Pinot noir	21,4	126	2,7
	Sauvignon (B)	29,5	151	4,5
2ème	Baroque (B)	20,9	106	2,2
	Cabernet Sauvignon (N)	31,3	137	4,3
	Cinsaut (N)	31,6	113	3,7
	Colombard (B)	22,4	112	2,6
	Folle blanche	20,5	115	2,4
	Merlot blanc	22,3	150	3,4
	Merlot noir	30,3	142	4,5
	Muscat de Hambourg (N)	41,2	155	6,4
Sémillon (B)	30,6	122	3,7	
3ème	Aramon (N)	32,4	137	4,6
	Carignan (N)	18,9	85	1,7
	Clairette de Provence (B)	28,7	142	4,2
	Grenache blanc	20,6	144	3,0
	Grenache gris	20,8	159	3,3
	Grenache noir	21,1	157	3,3
	Grenache velu (N)	18,5	159	2,9
	Ugni blanc	26,4	159	4,2
	Valdiguié (N)	24,2	121	2,9

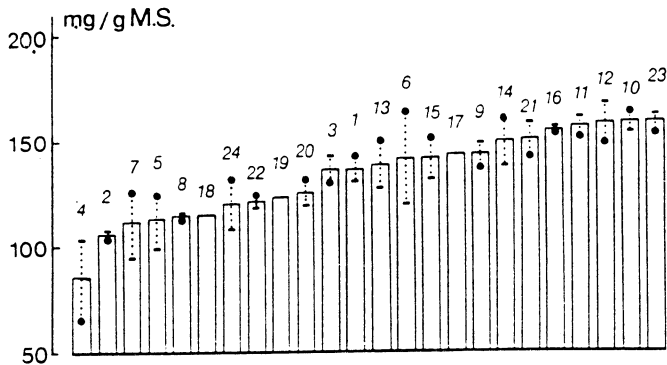


Fig.1 — Teneurs en acides gras totaux

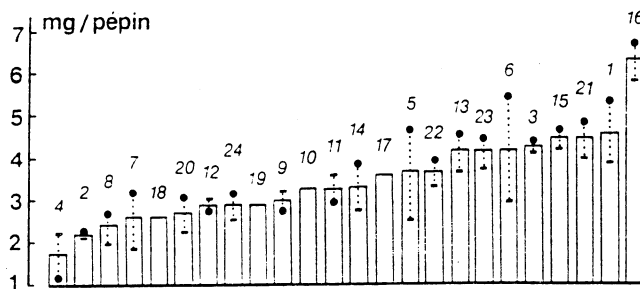


Fig.2 — Teneurs en acides gras totaux

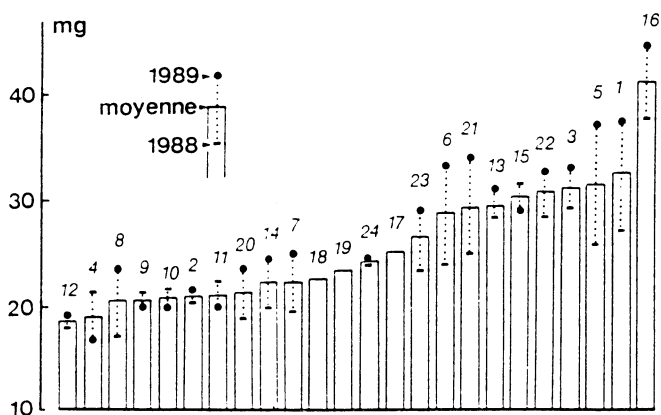


Fig.3 — Poids d'un pépin

Légende : 1 Aramon (N), 2 Baroque (B), 3 Cabernet Sauvignon (N), 4 Carignan (N), 5 Cinsaut (N), 6 Clairette de Provence (B), 7 Colombard (B), 8 Folle blanche, 9 Grenache blanc, 10 Grenache gris, 11 Grenache noir, 12 Grenache velu (N), 13 Malbec (N), 14 Merlot blanc, 15 Merlot noir, 16 Muscat de Hambourg (N), 17 Pinot blanc, 18 Pinot gris, 19 Pinot Meunier (N), 20 Pinot noir, 21 Sauvignon (B), 22 Sémillon (B), 23 Ugni blanc, 24 Valdiguiet (N)

1988, dans les pépins de Cinsaut, de Clairette de Provence, de Colombard et de Valdiguiér. Par contre, dans les 16 autres cépages, cette teneur ne varie que très peu. Toutefois, les pépins de Carignan ont un comportement particulier, puisqu'en 1989, leur teneur en acides gras totaux (66 mg/g) est très inférieure à celle notée en 1988 (104 mg/g).

b) Teneurs par pépin

La teneur moyenne en acides gras totaux d'un pépin est différente d'un cépage à l'autre (figure 2). Le classement qui en résulte diffère du précédent (figure 1). Pour 23 cépages, les teneurs s'échelonnent régulièrement de 1,7 mg/pépin (Carignan) à 4,6 mg/pépin (Aramon). Le pépin de Muscat de Hambourg se singularise car il contient plus de 6 mg d'acides gras.

Les teneurs en acides gras insaturés des différents cépages présentent les mêmes variations que celles obtenues pour les acides gras totaux. Le pépin de Muscat de Hambourg en contient 5,7 mg.

La comparaison des 2 années montre que les teneurs en acides gras totaux des pépins sont plus élevées en 1989 pour les 10 cépages suivants : Aramon, Cinsaut, Clairette de Provence, Colombard, Folle blanche, Malbec, Merlot blanc, Pinot noir, Sauvignon et Valdiguiér. Dans les pépins des autres cépages les teneurs sont pratiquement identiques pour les deux années étudiées, sauf pour le Carignan où elle est plus faible en 1989.

II — PROPORTIONS RELATIVES DES ACIDES GRAS

Le tableau II indique les valeurs moyennes correspondant aux 2 années étudiées.

a) Acides gras saturés

Les acides palmitique et stéarique, les moins abondants, ne représentent que 9,5 à 13,5 p. cent des acides gras totaux.

Quels que soient les cépages et l'année, les proportions d'acide palmitique sont toujours les plus fortes et se situent généralement entre 6,5 et 10,5 p. cent. Les proportions d'acide stéarique varient de 2,5 à 6 p. cent.

Ces variations ne permettent pas de faire une distinction entre les cépages.

b) Acides gras insaturés

La majeure partie des acides gras totaux (86,5 à 90,5 p. cent) est constituée de 2 acides gras insaturés, les acides oléique et linoléique. Ce dernier, représenté massivement, constitue plus de 70 p. cent des acides gras totaux.

L'étude des proportions relatives de ces 2 acides gras insaturés (tableau II) a permis de séparer le groupe des Grenaches et le Pinot noir de l'ensemble des autres cépages. Ce dernier ensemble est caractérisé par des proportions en acide oléique de $14 \pm 2,5$ p. cent et en acide linoléique de $75 \pm 2,5$ p. cent.

TABLEAU II

Proportions relatives des acides palmitique (C16:0), stéarique (C18:0), oléique (C18:1) et linoléique (C18:2) et rapport acides gras insaturés/acides gras saturés des pépins de 24 cépages de *Vitis vinifera*.

Époque de maturité	Cépage	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	$\frac{\text{A.G.I.*}}{\text{A.G.S.**}}$
1ère	Malbec (N)	7,0	3,0	16,5	73,5	9,0
	Pinot blanc	8,0	3,0	15,0	74,0	8,1
	Pinot gris	8,0	3,0	12,0	77,0	8,1
	Pinot Meunier (N)	8,0	4,0	15,0	73,0	7,3
	Pinot noir	10,5	3,0	16,5	70,0	6,4
	Sauvignon (B)	7,0	5,0	11,5	76,5	7,3
2ème	Baroque (B)	9,5	3,0	14,0	73,5	7,1
	Cabernet Sauvignon (N)	7,5	4,0	13,0	75,5	7,7
	Cinsaut (N)	7,0	6,0	14,0	73,0	6,7
	Colombard (B)	8,5	3,0	13,0	75,5	7,7
	Folle blanche	8,0	3,0	13,5	75,5	8,1
	Merlot blanc	8,0	3,0	15,5	73,5	8,1
	Merlot noir	7,0	3,0	12,5	77,5	9,0
	Muscat de Hambourg (N)	7,0	3,0	14,0	76,0	9,0
Sémillon (B)	7,5	4,0	14,0	74,5	7,7	
3ème	Aramon (N)	7,5	3,5	16,5	72,5	8,2
	Carignan (N)	7,5	4,0	11,5	77,0	7,7
	Clairette de Provence (B)	8,0	2,5	12,0	77,5	8,6
	Grenache blanc	7,5	2,5	20,0	70,0	9,0
	Grenache gris	7,0	3,0	19,5	70,5	9,0
	Grenache noir	7,0	2,5	20,0	70,5	9,6
	Grenache velu (N)	6,5	2,5	19,5	71,5	10,1
	Ugni blanc	7,5	2,5	16,5	73,5	9,0
	Valdiguier (N)	7,0	3,0	17,0	73,0	9,0

A.G.I.*: acides gras insaturés

A.G.S.** : acides gras saturés

Les pépins des Grenaches se singularisent par des proportions élevées en acide oléique (20 p. cent) au détriment de l'acide linoléique (71 p. cent). En outre, ces pépins se caractérisent par une synthèse intense d'acides gras puisque leurs teneurs sont parmi les plus élevées (142 à 159 mg/g de matière sèche).

Le Pinot noir se classe à part en raison de ses proportions en acide palmitique élevée (10,5 p. cent), en acide oléique forte (16,5 p. cent) et en acide linoléique faible (70 p. cent).

c) Rapport Acides gras insaturés/Acides gras saturés

Le rapport acides gras insaturés/acides gras saturés moyen, correspondant aux 2 années étudiées, est variable d'un cépage à l'autre (tableau II). Il passe de 6,4 (Pinot noir) à 10,1 (Grenache velu). Les Grenaches se situent parmi les cépages dont les pépins synthétisent beaucoup d'acides gras insaturés, puisqu'ils sont 10 fois plus abondants que les acides gras saturés. Par contre, les pépins de Pinot noir, à l'autre extrême, contiennent moins d'acides gras insaturés. Ils ne sont que 6 fois plus abondants que les acides gras saturés.

Par ailleurs, on constate que les valeurs du rapport acides gras insaturés/acides gras saturés restent identiques d'une année à l'autre pour chacun des cépages, sauf pour le Baroque où le rapport diminue en 1989 et pour l'Aramon où l'on observe le phénomène inverse.

DISCUSSION ET CONCLUSION

a) Comparaison entre les différentes variétés

Dans le cas des pépins des 24 cépages de *Vitis vinifera* étudiés, la teneur en acides gras varie de 85 à 159 mg d'acides gras totaux par gramme de matière sèche, soit une moyenne de 134 mg/g. **L'intensité de la synthèse des acides gras des pépins varie donc en fonction des cépages.**

Ces résultats sont en accord avec ceux de KINSELLA (1974) pour qui la teneur en lipides extractibles par l'hexane des pépins de différentes variétés de la même espèce, *Vitis vinifera*, varie de 9 à 12 p. cent par rapport à la matière fraîche. Dans les pépins de différentes variétés de *Vitis labrusca*, au contraire, MATTICK et RICE (1976) obtiennent des valeurs plus fortes allant de 13,0 à 18,4 p. cent, soit une moyenne de 14,7 p. cent par rapport à la matière sèche. **Il existerait donc une différence suivant les espèces.**

En ce qui concerne les différents acides gras, quel que soit le cépage, **l'acide gras dominant des pépins est l'acide linoléique (environ 74 p. cent des acides gras totaux)**. Les acides oléique, palmitique et stéarique constituent respectivement, et en moyenne 15 p. cent, 7,5 p. cent et 3,5 p. cent des acides gras totaux.

Ces résultats s'accordent avec ceux précédemment obtenus, d'une part sur le Cabernet Sauvignon par LAVAUD et CHERRAD (1980) et par MIELE (1986) et d'autre part avec ceux

qui sont mentionnés par KINSELLA (1974) sur des cépages de *Vitis vinifera* provenant de différentes régions du monde. Ils sont comparables enfin à ceux de MATTICK et RICE (1976) obtenus sur quelques variétés de *Vitis labrusca*.

Finalement, les proportions des acides gras des pépins des cépages de l'espèce européenne et celles des pépins de l'espèce américaine étudiée apparaissent **tout à fait comparables**.

b) Relation entre la teneur en acides gras totaux et le poids des pépins

Pour pouvoir interpréter les variations des teneurs en acides gras des pépins en fonction des cépages et des années, il y a lieu de tenir compte des différences pondérales observées entre les pépins.

Le poids moyen d'un pépin, calculé pour les 2 années, est variable d'un cépage à l'autre. Ce poids s'échelonne entre 18,5 mg (Grenache velu) et 32,4 mg (Aramon) comme l'indique la figure 3. Le Muscat de Hambourg se classe à part. Ses pépins sont les plus gros, leur poids moyen est de 41,2 mg.

Si l'on compare les deux années étudiées, le poids d'un pépin est plus élevé en 1989 pour les cépages suivants : Aramon, Cinsaut, Clairette de Provence, Colombar, Folle blanche, Merlot blanc, Pinot noir, Sauvignon et Ugni blanc. Seuls les pépins de Carignan présentent une diminution en 1989. Pour les 11 autres cépages, le poids d'un pépin est pratiquement identique pour les deux années.

- **En général, les pépins qui contiennent peu d'acides gras totaux** (2,2 à 3 mg/pépin) sont petits (leur poids est compris entre 18,5 et 23,1 mg) et la synthèse lipidique qu'ils réalisent est faible (teneur comprise entre 85 et 124 mg/g de matière sèche). Ce sont les pépins des cépages suivants : Baroque, Carignan, Colombar, Folle blanche, Pinot gris, Pinot Meunier et Pinot noir.

- **Dans le cas des pépins dont les quantités d'acides gras totaux sont moyennes** (3 à 3,8 mg/pépin), soit 9 cépages, on peut distinguer 3 cas :

* le pépin est petit et la synthèse lipidique intense (teneur comprise entre 142 et 159 mg/g de matière sèche) : Grenaches blanc, gris, noir et velu et Merlot blanc.

* le pépin est moyen (poids compris entre 23,1 à 27,7 mg) et la synthèse lipidique faible (Valdiguier) ou élevée (Pinot blanc).

* le pépin est gros (poids compris entre 27,7 et 32,3 mg) et la synthèse lipidique peu importante : Cinsaut et Sémillon.

- **Pour les pépins riches en acides gras totaux** (3,8 à 4,6 mg/pépin), soit 8 cépages, plusieurs cas peuvent encore être distingués :

* le pépin est moyen et la synthèse en acides gras totaux forte : Ugni blanc et Pinot blanc.

* le pépin est gros et la synthèse lipidique moyenne (124 à 142 mg/g de matière sèche): Aramon, Cabernet Sauvignon, Clairette de Provence et Malbec, ou élevée (142 à 159 mg/g de matière sèche) : Sauvignon.

Le pépin de Muscat de Hambourg est exceptionnellement riche en acides gras : 6,4 mg. Il présente une activité lipidique intense et un poids particulièrement élevé : 41,2 mg.

Si l'on compare à présent les deux années étudiées, on constate que les teneurs plus élevées en acides gras totaux par pépin, observées en 1989, sont en relation soit avec l'augmentation du poids du pépin (Aramon, Folle blanche, Merlot blanc, Pinot noir et Sauvignon), soit avec une augmentation de la synthèse des acides gras pour le Valdiguier. Ces deux facteurs interviennent en même temps pour d'autres cépages comme le Cinsaut, la Clairette de Provence et le Colombard.

Par contre, les pépins de Carignan contiennent moins d'acides gras totaux en 1989, et cela tient à la fois au pépin, plus petit, et à une diminution de la synthèse des acides gras.

c) Relation entre la teneur en acides gras et la couleur des cépages

La distinction entre cépages noirs et cépages blancs résulte d'une différence dans le métabolisme des pigments phénoliques des baies. Nous avons voulu savoir s'il existait aussi des différences dans le métabolisme lipidique de leurs pépins, c'est-à-dire si une relation pouvait être établie entre la couleur des cépages et la variabilité des paramètres étudiés (tableaux I et II).

Nous avons donc calculé la moyenne de chacun d'entre eux (tableau III) pour les 11 cépages noirs (Aramon, Cabernet Sauvignon, Carignan, Cinsaut, Grenache noir, Grenache velu, Malbec, Merlot noir, Pinot Meunier, Pinot noir et Valdiguier) et pour les 10 cépages blancs (Baroque, Clairette de Provence, Colombard, Folle blanche, Grenache blanc, Merlot blanc, Pinot blanc, Sauvignon, Sémillon et Ugni blanc). Nous n'avons pas tenu compte dans ces moyennes du Muscat de Hambourg.

Les résultats que nous avons obtenus ne révèlent aucune relation entre la teneur en acides gras des pépins et la couleur des baies des différents cépages.

d) Relation entre la teneur en acides gras et l'époque de maturité des cépages

Nous avons classé les cépages en fonction de leur époque de maturité (classification de PULLIAT, 1888, in GALET, 1962) puis calculé, pour chacun des 3 lots ainsi obtenus, la moyenne des paramètres précédemment cités (tableau IV).

Les résultats obtenus sont peu différents. Il n'apparaît donc pas ici de relation entre l'époque de maturité des cépages et leur teneur en acides gras.

En définitive, l'importance des réserves lipidiques contenues dans les pépins peut être très différente suivant les cépages et la synthèse des acides gras plus ou moins intense.

Cette différence observée dans le métabolisme lipidique paraît indépendante de la gros-

TABLEAU III

Teneurs moyennes en acides gras totaux , pourcentages moyens des acides gras et rapport moyen acides gras insaturés/acides gras saturés des pépins en fonction de la couleur des baies (11 cépages noirs et 10 cépages blancs).

	Cépages	
	Noir	Blanc
Poids d'un pépin (mg)	25,7	24,7
Acides gras totaux (mg/g)	131	135
Acides gras totaux (mg/pépin)	3,4	3,4
C16: 0	7,5	8,0
C18: 0	3,5	3,0
C18: 1	15,5	14,5
C18: 2	73,5	74,5
Acides gras insaturés/Acides gras saturés	8,2	8,1

TABLEAU IV

Teneurs moyennes en acides gras totaux , pourcentages moyens des acides gras et rapport moyen acides gras insaturés/acides gras saturés des pépins en fonction de l'époque de maturité des cépages.

	Cépages		
	1ère époque	2ème époque	3ème époque
Poids d'un pépin (mg)	25,3	26,2	24,1
Acides gras totaux (mg/g)	133	128	138
Acides gras totaux (mg/pépin)	3,4	3,4	3,4
C16: 0	8,0	8,0	7,5
C18: 0	3,5	3,5	3,0
C18: 1	14,5	13,5	16,5
C18: 2	74,0	75,0	73,0
Acides gras insaturés/Acides gras saturés	7,7	7,7	8,5

seur des pépins des différents cépages. Ainsi, par exemple, les cépages qui possèdent les pépins les plus petits peuvent être caractérisés, soit par une lipidosynthèse faible (groupe des Pinots) et sont donc pauvres en lipides, soit par une lipidosynthèse intense comme les Grenaches qui sont alors plus riches en réserves lipidiques.

En outre, pour près de la moitié des cépages, l'accumulation des acides gras contenus dans un pépin est plus forte en 1989 qu'en 1988. Cette augmentation est le plus souvent en relation avec celle du poids du pépin.

Quel que soit le cépage, les proportions des 4 acides gras principaux identifiés dans les pépins de *Vitis vinifera* sont très inégales. Le pourcentage moyen de chacun d'entre eux est le suivant : acides stéarique : 3,5 p. cent, palmitique : 7,5 p. cent, oléique : 15,0 p. cent et linoléique : 74 p. cent. Cette composition, établie à partir des 24 cépages de *Vitis vinifera*, est comparable à celle signalée dans les pépins de différentes variétés de l'espèce américaine *Vitis labrusca*.

Les Grenaches et le Pinot noir se différencient de l'ensemble des autres cépages par la proportion la plus faible en acide linoléique (70 p. cent). En outre, les Grenaches se distinguent par la proportion la plus forte en acide oléique (20 p. cent) et le Pinot noir par la proportion la plus élevée en acide palmitique (10,5 p. cent).

Enfin le métabolisme des acides gras des pépins des différents cépages n'est en relation ni avec la couleur des baies ni avec l'époque de maturité des raisins.

Manuscrit reçu le 27 mai 1991 ; accepté pour publication le 11 juin 1991.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ATALAY D., 1975. Recherches sur l'évolution des principaux acides gras des sarments de vigne au cours du cycle végétatif et des boutures au cours de la rhizogenèse. *Thèse Docteur-Ingénieur*, Bordeaux I.
- BLIGH E. G. et DYER W.S., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biophys.*, **37**, 911-917.
- BOUARD J., 1978. Développement des ovules et qualité des pépins. *Génétique et Amélioration de la Vigne*, 59-67, I.N.R.A., Paris (II^e Symposium International de la Vigne, Bordeaux).
- DARNÉ G. et MADERO J., 1979. Mise au point d'une méthode d'extraction des lipides solubles totaux, des glucides solubles totaux et des composés phénoliques solubles totaux des organes de la vigne. *Vitis*, **18**, 221-228.
- GALET P. 1962. *Cépages et vignobles de France, Tome III - Les cépages de cuve*. Imprimerie du Paysan du Midi, Montpellier, 2891 p.
- KINSELLA J.E., 1974. Grape seed oil : a rich source of linoleic acid. *Food technol.*, **28**, (5), 58-60.

- LAVAUD J.J. et CHERRAD M., 1980. Les lipides des différentes catégories de pépins de Cabernet Sauvignon au moment de la véraison. *Connaissance Vigne et Vin*, **14**, (3), 147-153.
- MATTICK L.R. et RICE A.C., 1976. Fatty acid composition of grape seed oil from native american and hybrid grape varieties. *Am. J. Enol. Viticult.*, **27**, (2), 88-90.
- METCALFE L.P., SCHMIDT A.A. et PELKA J.P., 1966. Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Ann. Chem.*, **38**, 514-515.
- MIELE A., 1986. Recherches sur la composition en acides aminés et en acides gras des feuilles et des raisins de *Vitis vinifera* L.CV. Cabernet Sauvignon pendant la période de maturation et en fonction du système de conduite. Thèse d'Université, Bordeaux II.
- PULLIAT N., 1888, *Mille variétés de vignes*, 3ème éd., Montpellier, Coulet Ed. 414 p.