Connaissance Vigne Vin, 1982, **16**, N° 2, 97-110

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA « VINOMACERATION » SUR LA COULEUR ET LES ACTIVITES POLYPHENOLOXYDASIQUES DES JUS DE RAISINS ROUGES

J.C. SAPIS, R. CORDONNIER, A. DUGAL et C. BIRON

Station de Technologie Végétale, INRA, Centre de Recherches Agronomiques
9, place Viala, 34060 Montpellier Cedex (France)

INTRODUCTION

L'application au raisin rouge de traitements thermiques divers au stade préfermentaire a fait l'objet de nombreux travaux. Parmi les procédés expérimentés on peut citer la « thermovinification » ou chauffage des raisins, foulés ou non, à 70 °C suivi d'une macération à chaud (BENARD et *al* 1972 ; BIOL, 1967 ; CORDONNIER, 1970 ; DIMOTAKI-KOURAKOU, 1967 ; FLANZY C. et BENARD, 1969 ; FLANZY C. et *al.*, 1971 ; FLANZY M., 1967 ; GUINOT et MENORET, 1965 ; LEGLISE, 1966 ; MARTEAU, 1970 ; MARTEAU et OLIVIERI, 1966 et 1970 ; MARTINIÈRE et RIBÉREAU-GAYON, 1972 et 1973 ; OLIVIERI, 1970 ; TANNER, 1970 ; VIVIEN, 1966), le chauffage des raisins par la vapeur d'eau à 100 °C (MARTINIÈRE et *al.*, 1971).

Ces traitements ont pour but d'améliorer tout d'abord la diffusion, dans le jus, des composés phénoliques constitutifs de la baie ; ce résultat est la conséquence de la destruction thermique des parois des cellules de la pellicule contenant ces substances ; l'autre but recherché, dans un souci de stabilisation ultérieure du vin obtenu, est celui de la destruction des polyphénoloxydases, enzymes d'oxydation des composés phénoliques, tyrosinase dans les raisins sains, laccase dans les raisins pourris.

Récemment un nouveau procédé de traitement thermique des raisins a été proposé : ce procédé est basé sur une macération à chaud du raisin non foulé dans du vin porté à une température de l'ordre de 50 °C. C'est la « vinomacération » qui, selon ses concepteurs, est susceptible d'assurer les avantages de la « thermovinification » (destruction des parois des cellules de la pellicule de la baie permettant une diffusion ultérieure aisée de la matière colorante dans le jus, destruction des polyphénoloxydases) tout en assurant grâce à sa température modérée une appréciable économie d'énergie. Afin d'évaluer l'influence de la « vinomacération » sur les paramètres œnologiques précédents, nous avons procédé à des essais portant sur de petits volumes de raisin au moyen d'une installation expérimentale de laboratoire permettant un contrôle rigoureux des conditions de traitement.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal. Les essais sont réalisés sur une sélection de baies à maturité provenant de quatre cépages rouges *(Cabernet-Sauvignon, Aramon, Grenache, Carignan)* ; ces baies sont choisies de même diamètre et de même couleur et, après séparation de la grappe, conservent leur pinceau afin d'éviter toute plaie susceptible d'engendrer des phénomènes de diffusion parasites au cours du traitement.

Selon les essais, les baies sont choisies soit parfaitement saines, soit parasitées sur toute leur surface par *Botrytis cinerea* (baies non desséchées et entièrement recouvertes par le mycélium).

Conditions expérimentales. On a respecté, à une échelle très réduite, les conditions réalisées dans les installations de la pratique, conditions que nous avons appliquées à de petits volumes de vendange : on fait macérer 140 g de baies de raisin dans 170 ml d'une solution hydroalcoolique de titre alcoométrique variable et maintenue à la température désirée au moyen du montage représenté par la figure 1. Le débit de la pompe est calculé pour assurer, au cours du traitement, deux recyclages complets du volume de solution hydroalcoolique chaude dans laquelle macèrent les raisins. Les paramètres suivants ont été étudiés :

— Influence de la température de macération : pour le raisin sain 50 et 60 °C, pour le raisin pourri 60 °C.

— Influence du titre alcoométrique de la solution de macération ; 0,5 et 10 p. 100 d'alcool.

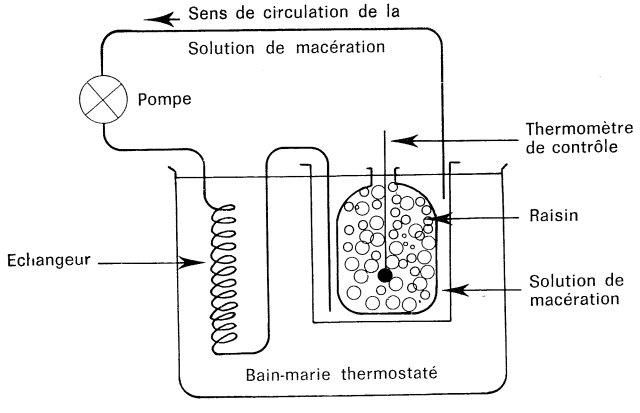


Fig. 1. — Etude de la « vinomacération » — Montage expérimental

Ce montage permet de recycler en continu la solution hydroalcoolique de macération placée dans le récipient contenant les raisins ; ceux-ci, ainsi que la solution, sont portés et maintenus à la température choisie dans un bain thermostaté où plonge également un échangeur dans lequel passe la solution.

Dans une expérimentation ultérieure, il serait intéressant d'introduire l'étude du paramètre « durée de macération ».

Les baies de raisin sont placées dans un sac en gaze de coton au centre duquel on dispose un thermomètre de contrôle. La durée du traitement est de 10 minutes. Compte tenu de la montée en température de la masse du raisin, la durée effective pendant laquelle celle-ci est soumise à la température programmée est en moyenne de 5 minutes 40 secondes dans le cas des raisins sains et 4 minutes 30 secondes dans le cas des raisins pourris.

Immédiatement après traitement, les raisins sont égouttés soigneusement puis pressés dans des conditions identiques. Les témoins correspondent aux jus extraits de parties aliquotes de raisins non chauffés. Une partie des jus destinés aux déterminations enzymatiques est congelée immédiatement et stockée à — 20 °C ; afin d'éviter tout risque d'oxydation enzymatique au cours des manipulations ultérieures, l'autre partie des jus destinés aux analyses de couleur subit un traitement par chauffage.

Déterminations analytiques. Après centrifugation à 30 000 g les échantillons de jus et de solutions hydroalcooliques de macération sont soumis aux analyses suivantes (RIBÉREAU-GAYON, 1970 ; RIBÉREAU-GAYON et *al.*, 1972) : intensité colorante (somme des densités optiques à 420 nm et à 520 nm), composés phénoliques totaux (densité optique à 280 nm), sucres réducteurs, titre alcoométrique. On détermine également dans les jus non centrifugés de baies saines les activités tyrosinase (méthode polarographique [DUBERNET, 1974]) et dans les jus centrifugés de baies pourries les activités laccase (méthode spectrophotométrique [CORDONNIER et *al.*, 1980]).

RESULTATS

I. — INFLUENCE SUR LA COULEUR ET LA TENEUR EN TANINS DES JUS

A. — **Raisins sains** (Tableau I)

D'une façon générale la « vinomacération » entraîne une augmentation relative de l'intensité colorante et de la teneur en tanins totaux des jus ; cette augmentation est d'autant plus forte que la température de macération du raisin a été plus élevée (exception faite du *Grenache)* ; ce résultat montre que les conditions du traitement thermique ont provoqué une certaine désorganisation des assises cellulaires de la pellicule de la baie de raisin, permettant ainsi une meilleure extraction des composés phénoliques lors du pressurage. Toutefois, en valeur absolue, ces augmentations (qui portent moins sur les tanins que sur l'intensité colorante) restent faibles et le gain de couleur se révèle insuffisant pour obtenir, sans macération, des jus suffisamment colorés susceptibles de donner de véritables vins rouges (tableau II).

L'influence de l'augmentation du taux d'alcool de la solution de macération sur l'intensité colorante est inégale : à 50 °C, faible ou nulle chez le *Cabernet-Sauvignon,* l'*Aramon* et le *Carignan,* cette influence apparaît

forte chez le *Grenache ;* à 60 °C, forte pour le *Cabernet-Sauvignon,* l'*Aramon* et le *Grenache,* elle est nulle chez le *Carignan ;* l'augmentation du taux d'alcool n'a pas d'influence sur les teneurs en tanins totaux (les diminutions enregistrées chez le *Grenache* macéré à 60 °C restent sans explication). Ces résultats irréguliers signifient que l'on se trouve dans la zone limite d'effet du traitement.

TABLEAU I

Influence de la « vinomacération » sur la couleur des jus de raisins sains et sur leur teneur en tanins totaux

(Résultats exprimés en pour cent des valeurs correspondantes des jus témoins)

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Intensité colorante		Tanins totaux	
		Macération à 50°C	Macération à 60°C	Macération à 50°C	Macération à 60°C
Cabernet Sauvignon	0	125	136	130	141
	5	129	179	135	142
	10	148	214	140	154
Aramon	0	119	142	127	137
	5	116	163	110	147
	10	113	208	119	152
Grenache	0	97	100	106	77
	5	160	114	117	81
	10	178	135	112	76
Carignan	0	127	205	124	148
	5	141	240	113	149
	10	141	188	119	135

B. — **Raisins pourris** (Tableaux III et IV)

Comme précédemment, la « vinomacération » à 60 °C entraîne une augmentation de l'intensité colorante des jus ; l'influence du titre alcoométrique sur ce paramètre reste également irrégulière et n'apparaît notable que chez le *Carignan ;* l'alcool n'a pas d'influence sur les tanins totaux.

II. — INFLUENCE SUR LES ACTIVITES POLYPHENOLOXYDASIQUES DES JUS

A. — **Raisins sains — Activités tyrosinase**

Les résultats du tableau V, montrent que, sauf pour le *Grenache,* il n'y a pas de diminution d'activité tyrosinase quelle que soit la température

TABLEAU II

Influnce de la « vinomacération » sur la couleur des jus de raisins sains et sur leur teneur en tanins totaux

(Résultats exprimés en valeurs absolues)

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Intensité colorante (*)			Tanins totaux (**)		
		Jus témoin	Macération à 50°C	Macération à 60°C	Jus témoin	Macération à 50°C	Macération à 60°C
Cabernet Sauvignon		0,056			0,121		
	0		0,070	0,076		0,157	0,171
	5		0,072	0,100		0,164	0,172
	10		0,083	0,120		0,170	0,186
Aramon		0,038			0,098		
	0		0,045	0,054		0,125	0,134
	5		0,044	0,062		0,108	0,144
	10		0,043	0,079		0,117	0,149
Grenache		0,079			0,283		
	0		0,077	0,079		0,299	0,219
	5		0,126	0,090		0,332	0,229
	10		0,141	0,107		0,318	0,217
Carignan		0,042			0,086		
	0		0,052	0,086		0,107	0,127
	5		0,058	0,101		0,097	0,128
	10		0,058	0,079		0,102	0,116

(*) Somme des densités optiques du jus à 420 nm et 520 nm sous 1 mm de parcours optique.

(**) Densité optique du jus dilué 100 fois à 280 nm sous 1 cm de parcours optique.

de macération. Au contraire, ces activités sont fréquemment plus élevées que celles des jus témoins. Plusieurs explications de ce phénomène peuvent être proposées ; cette augmentation d'activité peut provenir, à la suite de la désorganisation cellulaire provoquée par le traitement thermique, d'une solubilisation accrue de l'enzyme, naturellement peu soluble ; d'autre part, il est possible qu'on soit en présence d'une activation, par la chaleur, d'une forme inactive de l'enzyme (VAROQUAUX et *al.*, 1977).

TABLEAU III

Influence de la « vinomacération » sur la couleur des jus de raisins pourris et sur leur teneur en tanins totaux

(Résultats exprimés en pour cent des valeurs correspondantes des jus témoins).

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Intensité colorante Macération à 60°C	Tanins totaux Macération à 60°C
Cabernet Sauvignon	0	161	136
	5	123	119
	10	138	118
Aramon	0	109	119
	5	140	123
	10	133	111
Grenache	0	183	128
	5	199	132
	10	102	128
Carignan	0	180	129
	5	215	143
	10	251	137

En outre, l'augmentation du titre alcoométrique de la solution de macération n'a pas d'influence décisive sur l'activité tyrosinase.

B. — **Raisins pourris — Activité laccase**

Les résultats du tableau VI montrent, après traitement à 60 °C, une diminution de l'activité laccase des jus, sauf chez le *Cabernet-Sauvignon.*

D'autre part, l'effet de l'alcool n'est perceptible qu'à la concentration de 10 p. 100.

TABLEAU IV

Influence de la « vinomacération » sur la couleur des jus de raisins pourris et sur leur teneur en tanins totaux

(Résultats exprimés en valeurs absolues)

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Intensité colorante (*)		Tanins totaux (**)	
		Jus témoin	Macération à 60°C	Jus témoin	Macération à 60°C
Cabernet Sauvignon		0,269		0,268	
	0		0,433		0,364
	5		0,332		0,320
	10		0,373		0,318
Aramon		0,042		0,114	
	0		0,046		0,136
	5		0,059		0,140
	10		0,056		0,127
Grenache		0,182		0,397	
	0		0,333		0,508
	5		0,363		0,525
	10		0,368		0,509
Carignan		0,045		0,124	
	0		0,081		0,160
	5		0,079		0,177
	10		0,113		0,170

(*) Somme des densités optiques du jus à 420 nm et 520 nm sous 1 mm de parcours optique.

(**) Densité optique du jus dilué au 1/100 à 280 nm sous 1 cm de parcours optique.

III. — INFLUENCE SUR QUELQUES AUTRES CONSTITUANTS

A. — **Diffusion des sucres dans la solution de macération** (Tableau VII)

Dans le cas de jus provenant de baies saines, la diffusion des sucres de la baie dans la solution de macération reste très faible et indépendante de la teneur en alcool. Dans le cas de jus de baies pourries, le taux de sucres passant en solution est beaucoup plus important ; ce fait s'explique aisément par suite des blessures infligées à la pellicule des baies par le mycélium de *Botrytis*.

TABLEAU V

Influence de la « vinomacération » sur l'activité tyrosinase de jus de raisins sains

(Résultats obtenus par méthode polarographique et exprimés en pour cent de l'activité tyrosinase du jus témoin)

Température de macération (°C)	Cépages	Activités tyrosinase			
		Jus témoin	Macération		
			Alcool 0 p.100	Alcool 5 p.100	Alcool 10 p.100
50	*Cabernet Sauvignon*	100	165	130	130
	Aramon	100	100	93	93
	Grenache	100	70	91	88
	Carignan	100	100	146	103
60	*Cabernet Sauvignon*	100	187	148	130
	Aramon	100	136	99	114
	Grenache	100	86	66	74
	Carignan	100	101	111	140

TABLEAU VI

Influence de la « vinomacération » sur l'activité laccase de jus de raisins pourris

(Résultats obtenus par méthode spectrophotométrique et exprimés en pour cent de l'activité laccase du jus témoin)

Température de macération (°C)	Cépages	Activités laccase			
		Jus témoin	Macération		
			Alcool 0 p.100	Alcool 5 p.100	Alcool 10 p.100
60	*Cabernet Sauvignon*	100	62	101	94
	Aramon	100	35	34	24
	Grenache	100	38	32	39
	Carignan	100	43	55	22

TABLEAU VII

Influence de la « vinomacération » sur la diffusion des sucres réducteurs du raisin dans la solution de macération

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Sucres (g/l) ayant diffusé dans la solution de macération au cours du traitement		
		raisins *sains*		raisins *pourris*
		macération à 50°C	macération à 60°C	macération à 60°C
Cabernet Sauvignon	0	0,8	0,5	21
	5	0,2	0,9	21
	10	0,5	0,4	19
Aramon	0	0,2	1	26
	5	0,2	0,6	28
	10	0,6	0,9	23
Grenache	0	0,3	0,9	23
	5	1,4	1,1	24
	10	1,5	2,5	21
Carignan	0	0,2	1	26
	5	0,3	0,4	26
	10	0,5	0,4	18

B. — **Présence d'alcool dans les jus** (Tableau VIII)

Cette présence d'alcool, après pressurage des baies de raisin sain, reste très faible. Dans le cas de baies pourries, le taux d'alcool présent dans les jus est nettement plus élevé, surtout pour les macérations à 10 p. 100 d'alcool.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Comme le montrent les résultats précédents, dans les conditions de nos essais l'influence de la « vinomacération » vis-à-vis de la couleur et des activités polyphénoloxydasiques des jus apparaît faible et irrégulière. En ce qui concerne la couleur, cette influence est particulièrement limitée dans le cas d'une macération à 50 °C, température initialement préconisée par les concepteurs de la méthode ; en outre, elle est encore plus limitée en ce qui concerne les tanins ; ce résultat est en accord avec ce que l'on sait sur l'extraction préférentielle par la chaleur des anthocyanes par rapport aux tanins. Par ailleurs, si l'augmentation de l'intensité colorante, exprimée en pour cent du jus témoin,

apparaît plus élevée après « vinomacération », il est important de souligner que, exprimée en valeur absolue, cette augmentation reste faible, les jus témoins étant naturellement peu colorés (tableaux II et IV). Ceci implique la nécessité de vinifier le raisin « vinomacéré » en présence de marc si l'on désire obtenir, de façon certaine, des vins rouges suffisamment colorés et charpentés, contrairement au procédé de « thermovinification » qui, grâce à l'important gain de couleur obtenu après traitement, permet une fermentation alcoolique des jus en phase liquide seule.

TABLEAU VIII

Influence de la « vinomacération » sur la diffusion de l'alcool de la solution de traitement dans les baies de raisin

Cépages	Titre alcoométrique de la solution de macération	Alcool (p.100 en volume) ayant diffusé dans les baies de raisin au cours du traitement		
		Raisins *sains*		Raisins *pourris*
		macération à 50°C	macération à 60°C	macération à 60°C
Cabernet Sauvignon	5	0,04	0,1	0,5
	10	0,1	0,2	0,8
Aramon	5	0,04	0,1	0,5
	10	0,1	0,2	0,5
Grenache	5	0,06	0,07	0,4
	10	0,1	0,2	0,7
Carignan	5	0,05	0,1	0,4
	10	0,07	0,2	0,8

En ce qui concerne la destruction des polyphénoloxydases du raisin, l'efficacité de la « vinomacération » dans les conditions que nous avons utilisées apparaît également incertaine. Dans le cas de la laccase, enzyme particulièrement dangereuse dans les jus et les vins de raisins pourris, il reste après traitement une part toujours notable d'activité enzymatique, même dans le cas d'une « vinomacération » à 60 °C en présence de 10 p. 100 d'alcool. D'autre part, et même si la tyrosinase peut être considérée comme étant moins dangereuse que la laccase, l'effet que nous avons mis en évidence sur cette enzyme (augmentation de l'activité) apparaît particulièrement regrettable.

On notera enfin, dans le cas de la « vinomacération » des raisins pourris, l'importante diffusion de sucres dans la solution de macération (23 grammes par litre en moyenne) ce qui implique obligatoirement, dans la pratique, de remettre dans le circuit de la vinification le vin ayant servi au traitement, en apportant une attention particulière au déroulement de la fermentation.

Ces résultats font apparaître l'intérêt limité de cette technique pour l'extraction de la matière colorante du raisin et l'inactivation des enzymes d'oxydation des composés phénoliques du raisin. Cependant, il convient de remarquer qu'ils ont été obtenus à la suite d'une expérimentation de laboratoire qui s'est attachée à l'étude de la « vinomacération » dans des conditions rigoureusement optimales ; en effet, dans la pratique, celles-ci sont parfois sensiblement différentes (écrasement plus ou moins prononcé des baies lors de l'introduction de la vendange dans la cuve de macération, variations de la température de chauffage par suite de l'importance de la masse de raisin à traiter et hétérogénéité de la température atteinte par celle-ci, etc...).

Par contre, la « vinomacération » peut trouver une application technologique intéressante pour réchauffer une vendange destinée à subir la macération carbonique (FLANZY C. et *al.*, 1980) ; on pourra ainsi atteindre aisément la température favorable aux phénomènes préfermentaires se déroulant au sein des baies et donc mieux contrôler l'élaboration d'un produit de qualité.

Manuscrit reçu le 26 avril 1982 ; accepté pour publication le 21 mai 1982.

RÉSUMÉ

L'étude expérimentale, au laboratoire, de la « vinomacération » (macération, avant fermentation, des raisins rouges non foulés dans du vin chauffé à 50 °C) montre que ce traitement n'a que des effets limités sur la couleur et les activités polyphénoloxydasiques des jus. Les augmentations d'intensité colorante et des teneurs en tanins totaux demeurent faibles ; dans les jus de raisins pourris si si la « vinomacération » entraîne une diminution — limitée et très variable — des activités laccase on constate que les activités tyrosinase sont augmentées après le traitement.

SUMMARY

The experimental study, at the laboratory scale, of « vinomaceration » (maceration, before alcoholic fermentation, of noncrushed red grapes into wine heated up to 50 °C) shows that this treatment has only limited consequences upon the colour and polyphenoloxidase activities in the juices. The increase of colour intensity and levels of total phenolics remains low. Concerning juices from rotten grapes, if laccase activities are generally decreased — with a large variability — tyrosinase activities increase after treatment.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Laborversuch bezüglich der « vinomacération » (maischen vor der Gärung, der Trauben die noch nicht gemalhen worden, in einem Wein der auf 50 °C erhitrt wurde), zeigt, dass diese Behandlung nur begrenrte Einflüsse auf die Farbe, und auf die Aktivität der Polyphenoloxydasen im Most hat. Die Farbe, sowie des Gehalt an Gesamtgerbstoff kennten nur in geringem Masse gesteigert werden ; in den Mosten von faulem Lesegut wurde festgestellt, dass die « vinomacération » die Lakaseaktivität nur begrenzt und sehr variabel jefallen ist, die Tyrosinase-aktivität jedoch gestiegen ist.

RESUMEN

El estudio experimental, a escala de laboratorio, de la « vinomaceracion » (maceracion, antes de la fermentacion, de uvas tintas no desraponadas en un vino calentado a 50 °C) demuestra que este tratamiento no tienen más que efectos limitados sobre el color y las actividades polifenoloxidásicas de los mostos. El aumento de la intensidad colorante y el contenido en taninos totales permanecen bajos en mostos de uvas podridas si la « vinomaceracion » produce una disminución (limitada y muy variable) de las actividades de la lacasa, se comprueba que la actividad tirosinasa aumenta despues del tratamiento.

RIASSUNTO

Lo studio sperimentale, in laboratorio della vinomacerazione (macerazione prima della fermentazione dei grappoli d'uva nera non pigiati nel vino scaldato a 50 °C) mostra che questo trattamento ha soltanto effetti limitati sul colore e le attività polifenolossidasici dei succhi d'uva. Le aumentazioni d'intensità colorante e dei tenori in tannini totali rimangono deboli nei succhi d'uva marcia, se la vinomacerazione causa una diminuzione limitata, molto variabile delle attività laccasi, si puó osservare che le attività tirosinasi sono aumentate dopo il trattamento.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENARD P., BOURZEIX M. et FLANZY C., 1972. Sur l'élaboration des vins « doux naturels » par chauffage de la vendange et par macération carbonique. *C.R. Acad. Agric.*, **58**, 75-80.

BIOL H., 1967. Le traitement thermique de la vendange rouge. *Vignes et Vins*, N° 161, 29-34 ; N° 162, 51-55 ; N° 163, 43-55.

CORDONNIER R., 1970. Effets du chauffage de la vendange sur quelques constituants des moûts. *Bull. O.I.V.*, **43**, N° 468, 139-145.

CORDONNIER R., HURTREL J. et BIRON C., 1980. Relation entre le taux de pourriture de la vendange, l'activité laccase et l'aptitude à la casse oxydasique des moûts et des vins. *Connaissance Vigne Vin*, **14**, N° 1, 19-28.

DIMOTAKI-KOURAKOU V., 1967. Les phénomènes de la macération en vinification en rouge. Le chauffage de la vendange. *2e Symposium intern. Œnologie, Bordeaux*, **1**, 215-233, I.N.R.A. éd., Paris.

DUBERNET M., 1974. Recherches sur la tyrosinase de *Vitis vinifera* et la laccase de *Botrytis cinerea.* Applications technologiques. *Thèse 3e cycle,* Bordeaux.

FLANZY C. et BENARD P., 1969. Influence de divers modes de vinification, en particulier du chauffage de la vendange, sur les caractéristiques des vins. *C.R. Acad. Agric.,* **55**, 1266-1274.

FLANZY C., BENARD P. et BOURZEIX M., 1971. Influence des méthodes de chauffage de la vendange, de sulfitation, conservation et concentration des moûts sur la composition des jus de raisins et des concentrés obtenus. *C.R. Acad. Agric.,* **57**, 1139-1145.

FLANZY C., ANDRE P., BENARD P. et CHAMBROY Y., 1980. Vinification par macération carbonique. VIII. Préchauffage de la vendange. *Ann. Technol. Agric.,* **29**, N° 1, 13-25.

FLANZY M., 1967. Quelques procédés nouveaux de vinification. *Bull. O.I.V.,* **40**, N° 433, 283-295.

GUINOT Y. et MENORET Y., 1965. Le chauffage continu du raisin avant pressurage. *C.R. Acad. Agric.,* **51**, 866-872.

LEGLISE M., 1966. L'emploi des hautes températures sur la phase préfermentaire de la vinification en rouge. *Vignes et Vins,* N° 149, 39-46.

MARTEAU G., 1970. Quelques aspects de la vinification en rouge par macération à chaud comparée à la vinification en rouge classique. *Bull. O.I.V.,* **43**, N° 468, 146-157.

MARTEAU G. et OLIVIERI C., 1966. Quelques données nouvelles concernant la vinification en rouge par macération à chaud. *Bull. Techn. Inform.,* N° 253, 643-658.

MARTINIÈRE P. et RIBÉREAU-GAYON J., 1972. Influence du chauffage sur la fermentation de la vendange en rouge. *C.R. Acad., Agric.,* **58**, N° 5, 305-313.

MARTINIÈRE P. et RIBÉREAU-GAYON J., 1973. Etude expérimentale de l'influence du chauffage des raisins sur la vinification. *Ann. Technol. Agric.,* **22**, N° 1, 1-20.

MARTINIÈRE P., SAPIS J.C. et RIBÉREAU-GAYON J., 1973. Influence du chauffage des raisins rouges foulés sur la composition des moûts et des vins. *Connaissance Vigne Vin,* **7**, N° 2, 209-221.

MARTINIÈRE P., SAPIS J.C. et SUDRAUD P., 1971. Etude de quelques méthodes d'amélioration de la vendange. II. Le traitement des raisins par la vapeur d'eau à 100 °C. *Connaissance Vigne Vin,* **5**, N° 3, 341-357.

OLIVIERI C., 1970. Vinification en rouge par chauffage de la vendange et macération à chaud. *Vignes et Vins,* N° 191, 14-18.

RIBÉREAU-GAYON J., PEYNAUD E., RIBÉREAU-GAYON P. et SUDRAUD P., 1972. *Traité d'Œnologie. Sciences et Techniques du vin,* **1**, Dunod éd., Paris.

RIBÉREAU-GAYON P., 1970. Le dosage des composés phénoliques totaux dans les vins rouges. *Chimie Anal.*, **52**, N° 6, 627-631.

SUDRAUD P. 1963. Etude expérimentale de la vinification de rouge. *Thèse Docteur-Ingénieur,* Bordeaux.

TANNER H., 1970. Sur la technique de chauffage de la vendange pour l'élaboration des vins rouges et spiritueux. *Trav. Alim. Hyg.*, **61**, 324.

VAROQUAUX P., SARRIS J. et ALBAGNAC G., 1977. Action des antioxydants et de la chaleur sur l'orthodiphénoloxydase du champignon. de Paris. *Ann. Technol. Agric.,* **26**, N° 4, 473-486.

VIVIEN A., 1966. Le chauffage des vendanges. *Vignes et Vins,* N° 152, 27-32.