ESSAI DE MATURATION FORCÉE DES VINS DOUX NATURELS DE MACÉRATION CARBONIQUE

S. AUBERT* et P. BENARD**
* Station de Technologie des produits végétaux, 84-Montfavet (France)
** Station de Technologie des produits végétaux, 11-Narbonne (France)
Institut National de la Recherche Agronomique

INTRODUCTION

Une solution au problème de la mévente des vins doux naturels et de liqueur est un effort renouvelé d'adaptation au goût des consommateurs en provoquant un regain d'intérêt pour ce type de vins spéciaux.

L'Institut National des Appellations d'Origine a pour objectif principal le maintien de la meilleure qualité traditionnelle par une sélection de la matière première et par l'établissement de normes de production. CAVAILLE (1964) insiste sur la nécessité de revenir au grenache noir authentique, cépage typique des V.D.N., abandonné au profit de variétés voisines plus productives.

L'Œnologue, pour sa part, peut agir dans le sens d'une diversification des produits en vue de leur donner un nouvel attrait pour une clientèle changeante. Cette recherche de l'amélioration des V.D.N. n'a fait l'objet que de quelques travaux au niveau de la vinification (FLANZY 1959, DEIBNER et **al.** 1952, 1956, 1958, BRUGIRARD et **al.** 1968, 1970, BENARD et FLANZY, 1971).

Une voie originale est le prétraitement des raisins entiers par une macération carbonique avant la fermentation alcoolique habituelle.

Les études de FLANZY et **al.**, de 1935 à 1971, sur ces phénomènes de macération intracellulaire, ont été exploitées à grande échelle essentiellement pour la préparation de vins rouges secs ; plus récemment, ils ont été utilisés pour les vins blancs et rosés (BENARD, 1971 ; ANDRE, AUBERT, PELISSE, 1971). Plusieurs essais effectués à la Station Œnologique de NARBONNE, au domaine expérimental I.N.R.A. de PECH-ROUGE, ont donné des résultats prometteurs dans l'obtention de V.D.N. (FLANZY et **al.** 1959 à 1971).

Des raisins entiers maintenus en anaérobiose une huitaine de jours donnent des moûts colorés, peu tanniques et peu acides, conduisant à des produits dont l'aptitude à une maturation rapide est susceptible de convenir particulièrement pour l'obtention de V.D.N. De plus ,les arômes typiques provenant de la macération carbonique peuvent donner des caractères nouveaux pour ces vins spéciaux. Le mode de mutage à l'alcool peut être modifié, les conditions de fermentation étant différentes de la technique classique de cuvaison après foulage.

Toutefois la confrontation de ces deux voies possibles n'a pas été faite dans le cadre de ce mémoire (BENARD et **al.** 1971).

Dans cette étude du procédé par macération carbonique, les facteurs durée et température ont été précisés afin d'obtenir les résultats les plus satisfaisants par cette méthode. De plus, un but essentiel de ce mémoire est de mettre en évidence l'aptitude à une évolution favorable des caractéristiques de ces V.D.N. après les avoir soumis à une maturation forcée, en utilisant la technique traditionnellement pratiquée par de nombreux producteurs de vins spéciaux, ceux de la région roussillonnaise de Banyuls en particulier, dans des conditions très diverses (BRUGIRARD et ROQUES, 1968).

L'exposition du vin en fûts ou en bonbonnes de verre au soleil et aux changements extérieurs de température, sur une terrasse à l'air libre, entraîne des modifications bénéfiques, en particulier des caractères organoleptiques « rancios » recherchés pour ces vins apparentés aux « Porto », « Madère », « Xérès ». Cette transformation naturelle permet aussi une plus rapide commercialisation, après coupage éventuel avec un vin moins vieilli.

Cette bonification habituelle aux V.D.N. obtenus par la technique classique de foulage-cuvaison n'est pas nécessairement retrouvée pour les vins provenant d'une macération carbonique préalable, les phénomènes d'oxydation pouvant être excessifs et néfastes dans ce cas.

Les essais rapportés dans ce travail sont une première approche du problème. En montrant, à l'échelle d'un laboratoire que les échantillons obtenus ont des caractéristiques remarquables, on étudiera ultérieurement une expérimentation au niveau de la cave industrielle en simplifiant les paramètres qui interviennent.

PREPARATION DES V.D.N. DE MACERATION CARBONIQUE

La vendange de **grenache noir,** récoltée en septembre 1967, provient du domaine expérimental I.N.R.A. de PECH-ROUGE dans l'AUDE.

Les raisins entiers, prélevés de façon homogène en 6 lots identiques (400 kg environ) sur l'ensemble de la parcelle, sont répartis en 3 séries de 2 cuves en acier émaillé de 6 hectolitres dont les températures sont maintenues respectivement à 15, 25 et 35° C. Les 6 cuves sont préalablement remplies de gaz carbonique avant introduction de la vendange intacte.

Selon la durée de cuvaison choisie, après 6 à 10 jours de fermentation intracellulaire, on soutire le jus de goutte d'une cuve et les raisins sont pressés. L'ensemble des moûts est homogénéisé en cuve dont on prélève 10 litres en bonbonne où la fermentation normale évolue jusqu'à une densité convenable comprise entre 1035 et 1048, en laissant 80 g de sucre environ par litre de moût.

La fraction laissée en cuve a servi pour des essais de vinification de vins rouges secs (FLANZY et **al.** 1970).

Le mutage à l'alcool s'effectue soit avec de l'alcool rectifié à 96° GL, soit avec de l'eau de vie de marc à 60° GL, de façon à introduire 8° GL d'alcool environ. Le titre alcoolique acquis se situe entre 16° et 17° 5 GL et le degré alcoolique calculé est voisin de 22° GL.

Après 2 soutirages, les analyses sont effectuées entre janvier et février 1968, soit après 4 mois environ de maturation en bonbonnes.

ESSAI DE VIEILLISSEMENT ACCELERE

Une bouteille en verre blanc de chacun des vins précédents a été vidangée d'un tiers de sa capacité, fermée à fond avec un bon bouchon de liège et abandonnée au soleil et aux changements de température sur une terrasse, selon la méthode traditionnelle (en bonbonnes de 60 litres) des V.D.N. roussillonnais et plus particulièrement du crû « Banyuls ».

Après 8 mois d'exposition, de février à octobre 1968, les bouteilles ont été analysées. On observe un dépôt important sur le fond et les parois des bouteilles ; on élimine par décantation ce précipité contenant des matières polyphénoliques.

RESULTATS DES ANALYSES

Le tableau I rassemble toutes les données sur les vins jeunes. A première vue, ils apparaissent tous comme des vins rouges très colorés avec une teinte pourpre accentuée. La dégustation, effectuée par un jury de connaisseurs des V.D.N. traditionnels, est généralement satisfaisante avec des appréciations particulières discutées ultérieurement.

Le tableau II correspond au test de maturation accéléré dans les conditions d'une faible quantité de vin exposée directement au rayonnement solaire et à d'importantes variations de températures. Sans qu'un contrôle intermédiaire soit réalisé dans cette expérimentation, les produits résultants révèlent des tendances plus ou moins favorables selon les différentes conditions de vinification initiales.

DISCUSSION

La confrontation de la technique par macération carbonique préalable avec celle par foulage-cuvaison classique n'a pu être systématiquement réalisée dans ces essais limités matériellement. Cette réserve faite et sans préjuger des résultats possibles avec le mode opératoire traditionnel sur cette récolte, nous pouvons tirer quelques observations sur les conditions optimales à préconiser pour juger valablement de l'intérêt de la technique originale proposée.

D'une façon générale, dans cette expérimentation, tous les V.D.N. obtenus par macération carbonique sont remarquables sur le plan organoleptique. Toutefois, les vins sont très sensiblement modifiés après 8 mois d'exposition aux conditions atmosphériques. Les différences provenant des conditions de macération carbonique sont très importantes sur les vins au stade jeune et un peu moindres après vieillissement accéléré au soleil ; d'où, une large possibilité d'intervention pour modifier les caractères de ces vins.

Examinons le rôle des quelques paramètres intervenant dans la vinification en admettant le contrôle de la température plus difficile que celui de la durée de macération carbonique dans les conditions de la pratique les plus courantes.

a) Influence de la durée de macération carbonique sur les vins jeunes.

Une augmentation de 3 à 5 jours de la durée d'anaérobie entraîne une légère diminution d'acidité, peu perceptible sur le goût étant donné la faible variation de pH aux alentours de la valeur 4.

TABLEAU I

Analyses de V.D.N. provenant de moûts de macération carbonique.

Durée de M.C.	6 jours		6 jours		7 jours		9 jours		10 jours		12 jours		Observations sur les méthodes d'analyses
Température	35° C		25° C		15° C		35° C		25° C		15° C		
Alcool de mutage	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	
Repère Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	MANUELS d'ANALYSES 1) JAULMES, 1951 2) RIBÉREAU-GAYON et PEYNAUD, 1958 3) Fiches d'Analyses, Bull. O.I.V. 4) Journal Officiel : 1963, **63**, 154.
Densité (à 15° C)	1014,8	1015,4	1016	1013,1	1022,9	1020,6	1025,6	1021,8	1022,1	1020,1	1019,9	1021,4	
pH	4,22	4,15	4,08	4,00	3,90	3,85	4,27	4,22	4,20	4,15	4,12	4,00	
Acidité totale (SO_4H_2 g/l)	1,70	1,70	2,10	2,00	2,20	2,20	1,70	1,80	1,70	1,70	1,80	1,80	
Acidité volatile (SO_4H_2 g/l)	0,21	0,19	0,22	0,21	0,12	0,15	0,18	0,19	0,23	0,20	0,14	0,15	
Alcool acquis (à 15° C)	17°70	17°35	17°65	17°75	16°90	16°80	16°20	16°55	16°35	16°25	17°35	16°95	
Densité du résidu (à 15° C)	1036,5	1036,9	1037,7	1034,9	1042,8	1041,4	1045,8	1042,4	1042,5	1040,4	1041,3	1042,4	
Extrait sec (g par l)	96,38	97,10	100,40	92,90	113,80	105,30	117,64	109,35	111	104,85	106,86	109,17	Méthode CHOPIN
Sucres g par l	73	75	78,6	72	93,8	92,5	95,2	92,5	89,9	84	88,5	93,2	» BERTRAND
Alcool correspondant	4°23	4°35	4°56	4°17	5°45	5°38	5°54	5°38	5°23	4°88	5°15	5°42	Calculé : Sucres — 1 g / 17
Alcool total calculé	21°93	21°70	22°21	21°92	22°35	22°18	21°75	21°93	21°58	21°13	22°50	22°37	
Rapport P/α (à 15° C)	2,14	2,41	2,32	2,14	2,56	2,50	4,24	4,35	3,31	3,53	2,78	3,04	
Glycérine (g/l)	6,81	5,98	7,08	6,44	6,35	4,88	6,07	6,53	6,07	5,52	4,78	5,52	
Aldéhydes (mg par l)	52,8	61,4	51	59,8	72,1	73,9	52,8	63,3	52,8	59,8	70,4	77,4	
Cendres (g/l)	2,950	2,830	2,850	2,745	2,650	2,490	3,325	3,060	3,150	3,350	2,875	2,690	800° C/15 heures
Alcalinité (meq par l)	30	27	24	22	32	29	35	30,5	32,5	28	28,5	26,5	
Acide tartrique (g par l)	1,425	1,425	1,320	1,320	1,500	1,425	1,725	1,650	1,650	1,620	1,425	1,425	
Potassium (mg par l)	1680	1580	1540	1420	1320	1250	1840	1700	1660	1580	1420	1400	Spectrophotométrie
Calcium (mg par l)	66	64	62	64	69	68	62	69	66	66	63	70	de flamme
Sodium (mg par l)	62	60	59	60	60	60	60	58	60	54	57	58	»
Indice de permanganate	32,5	37,5	14	11,5	8	7,5	49	49	42	40	20,5	17,5	
Couleur dominante : α°	+44°4	+46°1	+12°4	+17°7	—6°9	—2°3	+47°7	+54°5	+44°4	+48°	+8°	+13°5	Méthode HARVALIA, 1967
Indices de SUDRAUD :													
Intensité colorante	1,018	0,902	0,494	0,452	0,308	0,276	1,130	1,160	1,026	1,009	0,490	0,500	DO 420nm+DO 520nm
Nuance	0,825	0,795	0,915	0,870	1,08	1,03	0,820	0,785	0,825	0,802	0,945	0,910	DO 420/DO 520
Anthocyanes (mg par l)	207	202	107	106	45	40	268	213	226	225	96	91	(AUBERT, 1970)
Matières tannoïdes	48,8	47,5	32,8	31,0	22,5	20,5	61,7	56,7	56,0	52,0	33,0	31,2	DO 280 nm x 100
Rapport : Anthocyanes / Tannoïdes	26	27,2	21	21,3	12,5	12,2	29,5	26,2	29,2	32,0	18,9	18,6	DO 550/DO 280 nm
Note de dégustation	13,0	13,8	14,4	14,7	12,0	13,1	14,0	13,5	15,4	15,2	14,2	14,3	

TABLEAU II

Analyses des V.D.N. de macération carbonique après 8 mois de conservation au soleil.

Durée de M.C.	6 jours		6 jours		7 jours		9 jours		10 jours		12 jours		Observations sur les Méthodes d'Analyses
Température	35° C		25° C		15° C		35° C		25° C		15° C		
Alcool de mutage	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	Alcool	Eau de Vie	
Repère Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
pH	4,10	4,17	4,12	4,05	3,95	3,87	4,20	4,20	4,18	4,10	4,10	4,00	Voir tableau I
Acidité totale (SO_4H_2 g/l)	1,70	1,40	1,70	1,65	1,75	1,85	1,80	1,70	1,60	1,55	1,50	1,45	
Acidité volatile (SO_4H_2 g/l)	0,53	0,23	0,26	0,26	0,21	0,21	0,23	0,23	0,23	0,20	0,20	0,19	
Alcool acquis (à 15° C)	17°50	17°25	17°44	17°54	16°61	16°66	16°07	16°75	16°46	16°31	17°34	17°05	
Sucres g par l	73,5	73,5	73,5	71,6	92,2	86,9	93,2	86,9	85,8	83,2	86,3	88,5	
Alcool correspondant	4°26	4°26	4°26	4°15	5°36	5°05	5°42	5°05	4°98	4°83	5°01	5°14	
Alcool total calculé	21°76	21°51	21°70	21°69	21°97	21°71	21°49	21°80	21°44	21°14	22°35	22°19	
Aldéhydes (mg par l)	209,4	133,7	133,7	147,8	163,6	205,9	117,9	93,2	80,9	84,4	114,4	135,5	
Couleur dominante : α°	—68°8	—36°9	—45°3	—35°8	—35°	—33°	—35°8	—31°	—36°9	—31°	—37°6	—31°	
Indices de SUDRAUD : Intensité colorante	0,502	0,325	0,369	0,292	0,190	0,175	0,352	0,300	0,325	0,280	0,307	0,260	
Nuance	3,11	1,60	1,75	1,65	2,17	2,18	1,52	1,50	1,60	1,55	1,67	1,60	
Anthocyanes (mg par l)	15	22	21	18	12	10,5	48	46,5	45	45	37,5	39	
Matières tannoïdes	30	29,7	28,2	26,2	23,2	20,8	37,9	33,8	34,0	31,2	25,8	25,1	
Rapport : $\frac{\text{Anthocyanes}}{\text{Tannoïdes}}$ %	3,33	4,65	4,72	4,28	3,42	3,27	8,53	9,00	8,48	9,35	8,45	9,80	
Note de dégustation	11	12,9	13	13	13,6	12,5	15,9	15,5	15,4	16,0	14,2	13,1	

Les extraits secs restent dans les limites habituelles (BRUGIRARD et ROQUES, 1968). Seuls quelques constituants importants de cet extrait sec ont des écarts significatifs.

Les différences de teneurs en sucres sont vraisemblablement dues à un mutage plus ou moins précoce. Le rapport P/α, autour de 3, augmente très légèrement avec la température et, surtout, avec la durée de macération. Ces valeurs apparaissent élevées par rapport aux normes admises (BRUN, 1971). Ainsi, les vins de macération carbonique constituent une nouvelle exception aux limites proposées pour ce rapport dans les vins liquoreux (BENARD et **al.**, 1971).

Les matières polyphénoliques sont mieux extraites du raisin par un allongement du décuvage. Toutefois, les matières colorantes rouges augmentent plus que les matières tannoïdes totales avec la durée de macération carbonique. Le rapport anthocyanes/tannoïdes est particulièrement accru par 10 jours d'anaérobiose à 25° C et à un degré moindre à 15° C. Néanmoins, pour une intensité colorante et une teinte rouge peu améliorées, les vins obtenus à 35° C avec une longue cuvaison s'enrichissent essentiellement en composés tanniques. Une température de 25° C, la plus commune dans les caves méridionales non équipées de régulation thermique, doit être la plus satisfaisante pour obtenir des V.D.N. de macération carbonique. Mais, la durée de ce traitement va avoir une influence primordiale sur la composition du vin. Plus particulièrement, on passe d'une teinte légèrement tuilée à une couleur pourpre plus habituelle aux vins rouges secs.

Dans tous les cas, l'intensité colorante relativement forte et le caractère tannique harmonieux de ces vins ont été jugés intéressants par les dégustateurs. L'appréciation la plus générale porte sur l'originalité et la sapidité accentuée de ces produits par rapport au goût classique des V.D.N. les plus courants sur le marché.

Les échantillons obtenus à 15° C sont les plus proches de la production classique, contenant fréquemment une forte proportion de Grenaches gris ou blancs. Au stade jeune, ils apparaissent mieux finis au dégustateur, sans être notés plus favorablement, étant donné un préjugé de meilleure évolution dans le temps des produits les plus colorés et les plus tanniques.

b) Influence de la qualité de l'alcool de mutage.

L'utilisation d'une eau de vie, riche en substances aromatiques, pour le mutage des moûts est généralement favorable aux qualités organoleptiques des vins de liqueur. De plus, la macération carbonique entraîne une fermentation à température relativement basse qui favorise la rétention de substances volatiles formées ou exogènes.

Dans notre expérimentation, cette bonification due à l'eau de vie n'est pas évidente étant donné l'arôme et la sapidité des vins originaux obtenus par la seule macération carbonique.

On note un effet bénéfique pour les vins de courte macération qui coïncide avec une augmentation de la teneur en aldéhydes. Ceci peut être l'indice d'une plus grande teneur en substances aromatiques, mais aussi d'une oxydation particulière comme on le remarquera dans l'essai de maturation accélérée.

En effet, pour la deuxième série de vins jeunes, de longue macération, les teneurs en aldéhydes sont aussi nettement plus fortes pour les échantillons avec mutage à l'eau de vie ; toutefois, dans ce cas, il n'y a pas de relation avec la note de dégustation.

c) Evolution par maturation rapide au soleil.

Les vins les plus riches en matières polyphénoliques sont particulièrement aptes à une plus longue conservation. Cette observation, retrouvée dans le problème général du vieillissement des vins rouges secs, en cave, doit cependant être nuancée selon la nature des constituants analysés.

Toutefois, les vins doux naturels, de macération carbonique plus ou moins prolongée, ayant subi une maturation forcée dans des conditions extérieures particulièrement sévères obéissent à la même règle.

Les **anthocyanes** et **matières tannoïdes** diminuent de façon très importante, d'autant plus que les teneurs initiales étaient fortes. Mais, les pigments rouges chutent beaucoup plus que les tanins et les chromophores jaunes, constituants évalués par des indices d'absorption spectrophotométriques dans le proche ultra-violet. Pour ces derniers composés la perte est apparemment faible par suite d'une compensation provenant des produits d'oxydation. En valeurs relatives, les vins de courte macération ou obtenus à basse température apparaissent plus stables que les autres, si on considère l'évolution des matières tannoïdes. La remarque précédente impose des réserves pour une interprétation de ce phénomène.

La **couleur** conditionne en partie le dégustateur (ANDRE et **al. 1970).** Ce facteur attractif peut être contrôlé assez aisément par la cuvaison du raisin ; ceci pour les vins jeunes, mais plus difficilement au cours de leur conservation plus ou moins prolongée dans des lieux très divers. Toutefois, on observe une évolution des vins vers des limites chromatiques assez étroites, quelles que soient les conditions de vinification. Alors que les vins initiaux étaient très diversifiés, les écarts s'amenuisent après maturation. Néanmoins, les caractéristiques chromatiques des vins de longue macération carbonique sont meilleures dans le sens d'une teinte rouge encore très sensible dûe à la présence d'anthocyanes non dégradés.

Pratiquement, la couleur rouge foncé tuilée conservée pour la plupart de ces vins est très appréciée par les dégustateurs. Les échantillons de courte macération ont une couleur plus proche de celle des vins doux naturels les plus communs. D'une façon générale, une macération carbonique de durée prolongée apporte une richesse en pigments rouges et matières tannoïdes bénéfiques pour la couleur ; cet effet se conserve en partie malgré des conditions de dégradation des matières polyphénoliques particulièrement intenses.

La **teneur en aldéhydes** augmente considérablement avec la maturation ; mais elle reste relativement plus forte pour les vins de courte macération. Mais cet indice ne peut être retenu comme un critère de qualité pour ce type de vin ; car, comme pour les vins jeunes, ce constituant influe peu sensiblement sur la note de dégustation, du moins pour les échantillons de nos essais.

L'**influence de l'eau de vie** n'apparaît plus sur les vins vieillis artificiellement. L'intérêt de cette forme d'apport d'alcool, à titre relativement faible pour obtenir un certain taux final de mutage, est donc discutable dans le cas des V.D.N. de macération carbonique subissant une maturation forcée ou, même, une simple conservation prolongée en cave.

Toutefois, il est vraisemblable que cet essai de vieillissement accéléré correspond à une limite à ne pas dépasser, les meilleurs produits se situeront entre les caractéristiques des deux séries d'analyses. Une expérimentation à une plus grande échelle, dans les conditions de la pratique en simplifiant les paramètres de vinification, par exemple en opérant à 25° C et pour une exposition en bonbonnes ou en fûts, devrait permettre de préciser la durée de maturation donnant les produits les plus remarquables.

De plus, la comparaison des V.D.N. de macération carbonique du raisin entier avec ceux provenant d'une vendange foulée pourront ultérieurement, sur les bases précédentes, faire l'objet d'essais systématiques permettant de tirer des conclusions rigoureuses sur les deux voies de vinification. De toute façon, elles ne s'opposent pas si l'on recherche une diversification des productions.

CONCLUSIONS

Le prétraitement des raisins entiers par une macération carbonique conduit à des vins doux naturels originaux dont les caractéristiques vont évoluer très sensiblement et favorablement si l'on choisit judicieusement les conditions de vinification.

En règle générale, une courte durée d'anaérobiose à des températures relativement basses donne des vins très rapidement harmonieux sur le plan couleur et dégustation et consommables au bout de quelques mois de maturation.

Une longue macération carbonique, de 10 à 12 jours, conduit à des vins assez éloignés de la production courante actuelle de V.D.N. par leur richesse en pigments anthocyaniques et en arômes singuliers.

Une maturation forcée par exposition des vins au soleil et aux changements extérieurs de température n'altère pas la qualité générale bien que les nouveaux produits résultants soient très différents. On obtient eds vins spéciaux apparentés aux Banpuls, Porto ou Madère avec des caractères « rancios » harmonieux. Les conditions optimum pour obtenir les meilleurs produits n'ont été que partiellement abordées dans notre expérimentation. Toutefois, il faut envisager une production à l'échelle commerciale pour juger définitivement de l'intérêt de cette technique.

RESUME

Une technique originale de préparation des vins doux naturels utilise la fermentation intracellulaire des raisins entiers de **Grenache noir** placés en atmosphère carbonique.

On a analysé divers échantillons correspondants à des températures et à des durées de macération carbonique différentes. L'influence de la qualité de l'alcool de mutage est étudiée.

L'exposition de bouteilles au soleil et aux changements extérieurs de température provoque une maturation accélérée conduisant à des types de vins proches de ceux de Banyuls, Porto ou Madère.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBERT S., 1970. Méthodes usuelles d'évaluation des anthocyanes et tanins dans les vins. **Ann. Fals. Fraudes, 63** (690), 107-117.

ANDRE P., AUBERT S. et PELISSE C., 1970. Contribution aux études sur les vins rosés méridionaux. I. La couleur. Influence sur la dégustation. **Ann. Technol. agric., 19** (4), 323-340.

ANDRE P., FLANZY C., 1968. La vinification avec macération carbonique. IIe Symposium international d'Œnologie (Bordeaux-Cognac, 13-17 juin 1967. Institut National de la Recherche Agronomique, n° hors série, Vol. 2, 531-550.

BENARD P., 1971. Rédaction des mémoires en cours.

BENARD P., ANDRE P. et DEIBNER L., 1958. Influence du mode d'alcoolisation et de la nature des alcools sur la qualité des vins doux naturels. **Ann. Technol. agric., 7** (1), 111-125.

BENARD P., FLANZY C., 1971. La vinification de vins doux naturels et vins de liqueur par chauffage de la vendange. **Bulletin Technique de la Chambre d'agriculture des Pyrénées Orientales, 58**, 25-29.

BENARD P., FLANZY C., BOURZEIX M., AUBERT S. et FERRY P., 1972. Méthode de vinification par macération carbonique. VII. Influence de la température et de la durée de macération carbonique sur la qualité des vins doux naturels élaborés à partir de grenache noir. **Ann. Technol. agric.** (A paraître).

BRUGIRARD A. et ROQUES J., 1968. Dans « Fermentations et vinifications » IIe Symposium International d'Œnologie (Bordeaux, Cognac, 13-17 juin 1967). Institut National de la Recherche Agronomique, (Paris), Vol. 2, 509-527.

BRUGIRARD A., ROQUES J., DIXONNE E., 1970. L'amélioration de la qualité des vins doux naturels. **Revue Française d'œnologie, 38,** 16-31.

BRUN J., 1971. Mise au point sur le rapport P/α dans les vins moelleux et les vins doux naturels. **Ann. Fals. Exp. chim., 64, (696),** 146-150.

CAVAILLE A., 1964. Le vignoble à vins doux naturels du Roussillon. Publication I.N.A.O. Ed. Buguet-Comptour, Macon.

DEIBNER L., BENARD P., 1952. Nouveau procédé d'alcoolisation des vins spéciaux par diffusion graduelle des vapeurs alcooliques. **Industr. Agr. Alim., 69 (12),** 881-886.

DEIBNER L., BENARD P., 1956. Recherches sur la maturation des Vins doux naturels. **Ann. Technol. agric., 5 (3),** 357-377.

FLANZY M., 1959 a. Elaboration des vins spiritueux doux (V.D.N.). Réglementation et alcoolisation. **Ann. Technol. agric. 8 (1),** 81-100.

FLANZY M., 1959 b. Recherches sur la vinification des Vins doux naturels. **Ann. Technol. agric., 8** (3), 285-320.

FLANZY C., BENARD P. et AUBERT S., 1970. Méthode de vinification par macération carbonique. IV. Influence de la température et de la durée de macération carbonique sur la qualité des vins secs élaborés à partir de grenache noir. **Ann. Technol. agric. 19,** 29-40.

FLANZY M., FLANZY C., 1971. Journées Macération Carbonique en Avignon. Rapport polycopié I.N.R.A., Station de Technologie des Produits Végétaux Domaine Saint-Paul, 84-MONTFAVET.

JAULMES P., 1951. **Analyse des vins.** Librairie Poulain, Montpellier.

RIBÉREAU-GAYON J. et PEYNAUD E. 1958. **Analyse et contrôle des vins.** Librairie polytechnique Ch. Béranger, Paris.