

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DE FERMENTATION SUR LA COMPOSITION D'UN VIN BLANC SEC

J. BISSON *, B. DAULNY * et A. BERTRAND **

* Domaine d'expérimentation viticole I.N.R.A.
58200 Cosne Cours sur Loire

** Institut d'Œnologie, Université de Bordeaux II
351, cours de la Libération, 33405 Talence Cedex

Travail effectué avec la collaboration de M. LAPORTE

INTRODUCTION

En vinification en blanc sec, l'obtention d'un arôme de fermentation harmonieux et suffisamment intense suppose, d'une part, que le moût soit convenablement clarifié par le débourage (CROWEL et GUYMON, 1963 ; BERTRAND, 1968 ; RIBÉREAU-GAYON et *al.*, 1975 ; BERTRAND, 1977) et que la fermentation alcoolique s'effectue à une température suffisamment basse (OUGH et *al.*, 1966 ; BERTRAND, 1968 ; WEBB, 1973 ; DIAZ-CERVANTES, 1979).

Cependant ces deux conditions s'opposent à une fermentation rapide ; un ensemencement relativement important à l'aide de levures sèches s'avère fréquemment nécessaire. Par ailleurs, l'abandon généralisé des cuves de fermentation de faible capacité ainsi que l'utilisation récente de locaux plus chauds que les anciennes caves rendent difficile l'obtention d'une température de fermentation basse ; en revanche l'emploi de cuves métalliques et à plus forte raison l'utilisation d'appareils frigorifiques, permettent de se placer dans les conditions de température souhaitées.

La réalisation pratique de fermentations à basse température (au-dessous de 20 °C) est suffisamment contraignante pour justifier une recherche pour définir, pour chaque type de vin, la température optimum permettant l'élaboration du vin présentant la meilleure qualité.

Nous avons entrepris une étude dans ce sens au cours de la récolte 1978.

MATERIELS ET METHODES

Un moût de Sauvignon, provenant du domaine de l'INRA de Cosne-Cours sur Loire (Nièvre), sulfité à 5 g/hl a été débourbé après 12 heures de sédimentation.

La richesse en sucre du moût clair était de 208 g/l et son acidité, exprimée en H_2SO_4 , de 6 g/l.

Après homogénéisation le moût a été réparti dans trois bonbonnes de 30 litres à raison de 25 litres dans chaque. Une addition de 0,75 litre d'un vin en pleine fermentation a été effectuée, dans chaque cas, pour réaliser un pied de cuve. Chaque bonbonne a été respectivement placée à différentes températures :

- en chambre froide, à 7 °C ;
- en cave, à la température moyenne de 13 °C ;
- en étuve, réglée à 30 °C.

Le déroulement des fermentations a été suivi quotidiennement par prise de densité. Les courbes (fig. 1) apparaissent normales et classiques dans le cas des moûts placés à 13 °C et à 30 °C, mais pour le moût maintenu à 7 °C, un arrêt de fermentation s'est produit après 10 jours ;

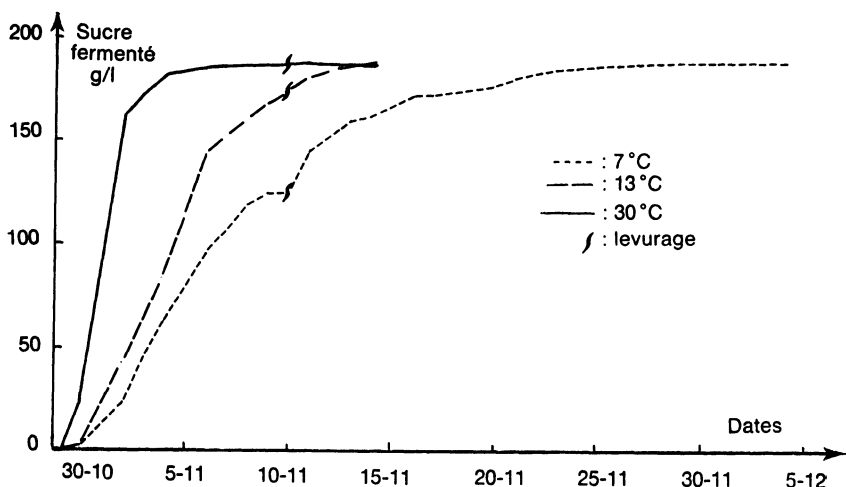


Fig. 1. — Fermentations d'un même moût à différentes températures

un réensemencement du milieu a été alors effectué à l'aide de levures sèches (*Saccharomyces cerevisiae*) à la dose de 0,25 g/l ; la fermentation repartait normalement dès le lendemain. Un levurage équivalent a été réalisé de la même manière, sur les autres lots afin de maintenir les conditions homogènes dans chaque cas.

En fin de fermentation (densité stable de 0,995 à 15 °C), les vins ont été sulfités à 75 mg/l et placés en chambre froide à 7 °C jusqu'au 15 mars. Ils ont ensuite été soutirés et mis en bouteilles pour être par la suite analysés et dégustés.

En plus des analyses classiques, il a été procédé à la détermination des substances volatiles par chromatographie en phase gazeuse.

L'acétate d'éthyle, le méthanol, le propanol-1, le méthyl-2 propanol-1, le méthyl-2 butanol-1 et le méthyl-3 butanol-1 sont dosés par injection directe du vin, additionné d'étalon interne (méthyl-4 pentanol-2), dans une colonne C + H (Carbowax 400 + hallcomid M 18 ol). Le phényl-2 éthanol est dosé également par injection directe sur une colonne FFAP (Free Fatty acids phase) ; l'étalon interne utilisé est de 1-dodécanol. Le glycérol et le butanediol-2,3 sont dosés par injection directe du vin sur une colonne de Tenax ; l'étalon interne est le butanediol-1,4.

Les esters sont dosés après extraction de 100 ml de vin par trois fois 5 ml d'hexane. La phase organique recueillie est injectée sans concentration, soit sur une colonne capillaire de CP Sil-5, injection système Split-Less de Grob, soit sur une colonne classique de célanèse ; l'étalon interne est l'heptanoate de méthyle.

Les acides volatils sont dosés après élimination sous vide à 40 °C, des substances volatiles de 100 ml de vin amené à pH 8. Le résidu sec, repris par une solution d'éthanol à 10 p. 100 est réacidifié (pH 2) puis extrait à trois reprises par 5 ml de dichlorométhane. Les analyses sont effectuées sur une colonne capillaire de FFAP et une colonne classique de DEGS (diéthylène glycol succinate) ; l'étalon interne est l'acide heptanoïque.

RESULTATS ET DISCUSSION

La dégustation montre que les vins obtenus par fermentation à basse température sont les plus fins et présentent les arômes les plus épanouis, une légère préférence des dégustateurs est accordée à l'échantillon élaboré à 13 °C. Une température de fermentation de 30 °C a donné un vin grossier, d'odeur lourde, présentant, en outre, les caractères d'une oxydation marquée.

L'analyse classique (Tableau I) ne permet pas de faire d'observations originales. Le rendement alcoolique de la fermentation à haute température (17,1 g pour 1°) apparaît légèrement moins bon que celui des deux autres échantillons (16,8 g pour 1°), de plus, l'épuisement des sucres n'est pas total à 30 °C.

Le pH des trois vins est le même mais les acidités de titration varient d'environ 0,5 g par litre. Ceci pourrait s'expliquer par une synthèse accrue des acides de fermentation (acétique, lactique, succinique, etc..)

L'oxydation du milieu semble être en relation avec la température, en effet c'est à 30 °C que la teneur en Fe⁺⁺⁺ est la plus importante (le fer total est à la même concentration dans les trois échantillons).

Enfin, l'état général d'oxydation du vin obtenu à 30 °C est confirmé par la densité optique à 420 nm sous 1 cm d'épaisseur.

TABLEAU I
Composition des vins le 15 mars 1979

	Température de fermentation		
	7 °C	13 °C	30 °C
Degré alcoolique	12,3	12,3	12,0
Sucres résiduels g/l	1,7	1,0	3,0
pH	3,2	3,2	3,2
Acidité totale méq/l	103	105	115
Potassium g/l	0,43	0,52	0,46
Fer total mg/l	6	6	6
Fer ⁺⁺⁺ mg/l	0,5	1	3
DO 420 nm (1 cm)	0,08	0,08	0,12

Une explication de ce phénomène pourrait résulter de la multiplication cellulaire plus rapide à haute température, en effet il a été montré (DE CLERK, 1934) que dans ces conditions le potentiel d'oxydoréduction reste à un niveau élevé.

Les substances volatiles des vins sont classées en fonction de leur nature chimique.

Les alcools (Tableau II).

La teneur en méthanol varie, en général, de façon aléatoire avec la température, mais cet alcool n'est pas un produit secondaire du métabolisme levurien et les écarts enregistrés sont de faible amplitude.

Les teneurs en propanol-1 et méthyl-2 propanol-1 sont légèrement plus élevées à 30 °C. A l'inverse, c'est à basse température que les alcools amyliques (méthyl-2 + méthyl-3 butanol-1) ont la concentration la plus importante.

Pour le phényl-2 éthanol, la teneur maximale, très importante, est enregistrée à 13 °C.

L'hexanol, présent à concentration pratiquement constante dans les trois échantillons, tout comme le méthanol, n'est pas produit par les levures, sa teneur est surtout fonction des conditions de travail du raisin.

Les polyols (Tableau II).

Le glycérol est plus abondant à 13 °C. Généralement, une haute température de fermentation entraîne une synthèse accrue de polyols. C'est ce qui a été observé, dans le cas présent, pour le butanediol-2,3, dont les teneurs sont relativement élevées.

TABLEAU II

Composition des vins en alcools et polyols

Les chiffres représentent des mg par litre

	Température de fermentation		
	7 °C	13 °C	30 °C
Méthanol	46	44	52
Propanol-1	21	19	24
Méthyl-2 propanol-1	32	30	36
Méthyl-3 butanol-1	42	38	28
Méthyl-3 butanol-1	136	110	64
Phényl-2 éthanol	153	197	56
Hexanol-1	3,2	3,2	3,5
<hr/>			
Glycérol	7800	8600	7500
Butanediol-2,3	1000	1500	2100

Les acides (Tableau III).

Les acides gras sont élaborés en quantités plus élevées à basse température. Le fait peut aisément s'expliquer par la croissance levurienne : dans ces conditions, la fermentation est difficile et il faut un nombre de cellules plus grand pour dégrader la même quantité de sucre. La synthèse lipidique s'accroît avec la masse levurienne et il apparaît plus d'acides gras dans le milieu.

Les esters (Tableau IV).

Ainsi que cela a déjà été souligné (BERTRAND, 1975 ; SOUFLEROS et BERTRAND, 1979), la synthèse des acétates par les levures est favorisée à basse température, les alcools étant également présents en concentration plus forte dans ces conditions. Par exemple, c'est à 13 °C qu'il y a le plus de phényl-2 éthanol donc d'acétate de phényl-2 éthyle.

A l'inverse, les estérifications, probablement plus chimiques que biochimiques, des acides lactique, succinique et malique sont favorisées à 30 °C.

TABLEAU III**Composition des vins en acides et lactone**

Les chiffres représentent des mg par litre

	Température de fermentation		
	7 °C	13 °C	30 °C
Acide méthyl-2 propionique	1,39	0,71	1,8
Acide méthyl-3 butyrique	0,79	0,70	0,13
Acide hexanoïque	4,07	4,20	1,67
Acide octanoïque	12,67	10,70	3,21
Acide décanoïque	5,74	4,50	2,37
Succinate acide d'éthyle	2,60	1,50	3,50
γ butyrolactone	2,27	2,80	3,55

TABLEAU IV**Composition des vins en esters**

Les chiffres représentent des mg par litre

	Température de fermentation		
	7 °C	13 °C	30 °C
Acétate d'éthyle	59	65	33
Acétate de méthyl-2 propyle	0,23	0,30	0,15
Acétate de méthyl-3 butyle	11,30	10,60	1,54
Acétate d'hexyle	1,43	1,57	0,34
Acétate de phényl-2 éthyle	4,39	5,60	0,57
Lactate d'éthyle	3,93	5,60	14,80
Succinate de diéthyle	0,08	0,19	0,43
Malate de diéthyle	0,50	0,60	1,70
Butyrate d'éthyle	0,83	0,88	0,17
Hexanoate d'éthyle	0,91	1,21	0,30
Octanoate d'éthyle	2,20	2,29	0,71
Décanoate d'éthyle	0,91	0,84	0,51

Enfin, bien que les teneurs en acides gras soient les plus élevées à 7 °C, c'est à 13 °C que les esters éthyliques de ces acides ont été synthétisés en plus grande quantité par les levures. Il se peut néanmoins que le levurage, qui a eu beaucoup plus d'effet sur la fermentation à 7 °C qu'à 13 °C ait joué un rôle décisif à ce sujet, la membrane cellulaire des levures rajoutées pouvant être moins perméable aux esters que celles des levures indigènes.

CONCLUSION

D'une manière générale, la synthèse des produits secondaires de la fermentation est favorisée à basse température.

Cependant, les teneurs en esters éthyliques d'acides gras sont plus élevées dans le vin obtenu à 13 °C, or on connaît l'importance tout à fait primordiale de ces substances (DU PLESSIS, 1975) et c'est effectivement cet échantillon qui présente les arômes de fermentation les plus équilibrés complétant harmonieusement ceux inhérents au cépage.

Dépendant des conditions de vinification (cuves en général de faible capacité), et dans la plupart des années de la date tardive des vendanges (première décade d'octobre), la température naturelle de fermentation des vins de Sauvignon du Centre est généralement basse. Ce facteur contribue à l'obtention du type et de la qualité.

Si l'on accepte les enseignements du présent essai qui demanderaient cependant à être confirmés, pour le type de vin considéré, les fermentations devraient être réalisées entre 12 et 15 °C pour obtenir les meilleurs résultats.

Manuscrit reçu le 23 juillet 1980.

RÉSUMÉ

Au cours d'une expérimentation dans laquelle seules variaient les températures de fermentation, un vin blanc sec élaboré à 13 °C s'est révélé gustativement le meilleur. Une température plus basse (7 °C) n'a pas apporté d'amélioration ; la qualité du vin était très nettement diminuée par fermentation à température élevée (30 °C).

SUMMARY

During an experiment in which the fermentation temperatures were the only variable, dry white wine treated at 13 °C was found to have the best flavour. A lower temperature (7 °C) brought about no improvement ; the wines quality was very clearly diminished by fermentation at a high temperature (30 °C).

ZUSAMMENFASSUNG

In einem Versuch, in dem nur die Gärtemperaturen variierten, wurde fest gestellt, dass ein trockener Weisswein, vergoren bei 13 °C, gustatif am besten abschnitt. Eine noch niedrigere Temperatur (7 °C) brachte keine Verbesserung. Die Qualität des Weines bei 30 °C fiel sehrstark ab.

RESUMEN

A la largo de una experimentación en la cual solamente variaban las temperaturas de fermentación, el vino blanco seco elaborado a 13 °C se reveló gustativamente el mejor. Una temperatura mas baja (7 °C) no aporta ninguna mejoria. Una fermentación a temperatura elevada (30 °C) disminuyó notablemente la calidad del vino.

RIASSUNTO

Durante una sperimentazione nella quale, soltanto le temperature di fermentazione variavano, il vino bianco secco, elaborato a 13 °C s'è rivelato migliore sul punto di vista gustativo. Una temperatura più bassa (7 °C) non ha dato miglioramento; la qualità del vino era molto più diminuita con fermentazione a temperatura alta (30 °C).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTRAND A., 1968. Utilisation de la chromatographie en phase gazeuse pour le dosage des constituants volatils du vin. *Thèse 3^e Cycle*, Bordeaux.
- BERTRAND A., 1975. Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse. *Thèse Doctorat ès Sciences*, Université de Bordeaux II.
- BERTRAND A., 1977. Influence du débourage et de la température de fermentation sur les teneurs en substances volatiles des vins blancs. *III^e Symp. Int. d'Œnologie de Bordeaux*, INRA éd. (1978).
- CLERCK J. (DE), 1934. *Bull. Ec. Brass. Louvain*, 78, cité par RIBÉREAU-GAYON J. et PEYNAUD E., 1966. *Traité d'Œnologie*, tome II, p. 221-222
- CROWELL E.A. et GUYMON J.F., 1963. Influence of aeration and suspended material on higher alcohols, acetoin and diacetyl during fermentation. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **14**, 214-222.
- DIAZ-CERVANTES M., 1979. Contribution à l'étude des substances volatiles des raisins et des vins de Muscat. *Thèse 3^e Cycle*, Université de Bordeaux II.
- PLESSIS C.S. (DU), 1975. Des substances dues à la fermentation et leur influence sur la qualité des vins. *IV^e Symposium International d'Œnologie*, Valence (Espagne), 397-413.
- OUGH C.S., GUYMON J.F. et CROWELL E.A., 1966. Formation of higher alcohols during juice fermentation at various temperatures. *J. Food Sci.*, **31**, 620-625.
- RIBÉREAU-GAYON P., LAFON-LAFOURCADE S. et BERTRAND A., 1975. Le débourage des moûts de vendange blanche. *Connaissance Vigne Vin*, **9**, n° 2, 117-139.
- SOUFLEROS E. et BERTRAND A., 1979. Rôle de la « souche de levure » dans la production des substances volatiles au cours de la fermentation du jus de raisin. *Connaissance Vigne Vin*, **13**, n° 3, 181-198.
- WEBB A.D., 1973. The effect of fermentation temperature on the nature and production of trace volatile constituents in wine. *Proc. third Int. Symp. Yeasts*. OTAMIENI-ELSINKI, Suomalainen H. and Waller Ch. éd., 297-305.