

**MODÉLISATION ET CALCUL DU BILAN DES APPORTS D' OXYGÈNE
 AU COURS DE L' ÉLEVAGE DES VINS ROUGES.
 IV - ELEVAGE DES VINS ROUGES
 EN CONDITIONS D' OXYDATIONS MÉNAGÉES CONTRÔLÉES**

Nicolas VIVAS

Tonnellerie DEMPTOS S.A - Service Recherche et Développement
 BP 10 - 33880 SAINT CAPRAIS DE BORDEAUX

Mots-clés :

Elevage, apports d'oxygène, technologie, composés phénoliques.

Résumé :

L'élevage des vins rouges en conditions d'oxydations ménagées simulées est présenté ici et comparé avec l'élevage en barriques neuves et usagées. Deux vins ont été sélectionnés et possèdent une teneur en composés phénoliques et une structure différente estimée par dégustation et analyse. Le suivi des conditions d'oxydoréduction, de la composition des vins, de la couleur, des composés phénoliques (proanthocyanidines et anthocyanes) est présenté et commenté dans le détail. Il apparaît que la structure phénolique des vins intervient largement dans leurs capacités à évoluer dans des conditions oxydatives. Les ellagitannins permettent à la fois la régulation et l'augmentation de l'efficacité des réactions oxydatives. Mais le travail souligne l'intérêt de disposer d'une méthode fiable d'évaluation du besoin du vin en oxygène. Sur le plan pratique, l'expérimentation montre les possibilités d'élevage en cuve, avec l'utilisation d'un équipement polyvalent, pouvant être employé lors de la vinification des vins : cuves classiques, canne de remontage, bouteilles d'air reconstitué ou compresseur.

INTRODUCTION

Dans les travaux antérieurs, les quantités d'oxygène apporté lors de la vinification et l'élevage des vins a été précisé (VIVAS et GLORIES, 1996B, VIVAS, 1997B et 1999). Les bilans pour des cas moyens sont présentés (VIVAS, 1999). Dans ce dernier volet nous présentons une méthode permettant des élevages en conditions d'oxydations ménagées. De façon générale, l'expérimentation conduite est utile à la compréhension des oxydations douces simulées telles qu'elles peuvent se produire en barrique. Il s'agit donc d'une étude par modélisation.

Si la technologie de la vinification est aujourd'hui bien maîtrisée, les conditions de l'élevage des vins rouges restent marquées par un certain empirisme, bien que les connaissances sur le sujet aient profondément évolué ces dix dernières années. Il est en effet clairement établi que, pendant cette période, un certain nombre de transformations physiques et chimiques interviennent. Beaucoup de ces réac-

tions nécessitent la présence d'une petite quantité d'oxygène, mais des oxydations violentes se traduisent toujours par une perte de qualité (PONTALLIER, 1981).

1.- Problématique

Traditionnellement l'élevage se fait en fûts de chêne de 225 litres ("*barrique bordelaise*"), créant les conditions optimales d'oxygénation, et permettant la dissolution de différents composés provenant du bois (MOUTOUNET *et al.*, 1993 ; VIVAS, 1997A). Toutefois parmi l'ensemble des vins rouges de garde, vinifiés en tant que tels et élevés pendant un temps plus ou moins long (10 à 24 mois), prévu à cet effet, tous ne justifient pas un élevage en fûts de chêne. Deux raisons majeures et indissociables expliquent cela :

— Tous les vins rouges de garde n'engendrent pas une valeur ajoutée suffisante, permettant l'achat annuel de fûts de chêne. L'investissement est conséquent surtout si l'on veut renouveler de façon régulière son parc de barriques.

De plus la main-d'œuvre nécessaire pour assurer un élevage en fûts de chêne est relativement importante, du fait des opérations liées à ce mode d'élevage (ouillage, soutirage, collage,...).

— Certains vins rouges n'ont pas une aptitude à évoluer en fûts de chêne, surtout lorsqu'il s'agit de fûts neufs. Ces vins sont initialement trop faiblement structurés, en raison d'un manque quantitatif et qualitatif de tanins, et n'ont pas un potentiel anthocyanique suffisant pour une évolution significative de la couleur (intensification et stabilisation).

Un élevage en fûts de chêne neufs ou même de 1 an, se traduit souvent pour ces vins par une dominante olfactive des caractères propres du bois ("*vin boisé*") et par une dureté en bouche, provenant d'un assèchement des tanins suite à des précipitations importantes de ces structures.

Dans le cas de ces vins plus "*légers*", l'élevage sous bois se traduit par une perte systématique de la qualité.

Pour ces différentes raisons, les producteurs ont été amenés à utiliser deux pratiques d'élevage, qui du reste sont très courantes aujourd'hui :

— L'utilisation de fûts de chêne usagés (trois ans et plus); ceux-ci ont l'avantage d'être peu onéreux et de moins marquer le vin que des fûts neufs. Les inconvénients sont cependant multiples, puisque avec l'âge du fût, on perd des caractères majeurs à savoir la diffusion d'oxygène au travers des douelles (parties constitutives du fût), en effet des dépôts colloïdaux et tartriques colmatent la face inférieure et inhibent de fait la porosité du bois, ceci malgré de bons rinçages.

De plus la dissolution d'ellagitanins, favorables dans une certaine mesure selon les vins, est pratiquement nulle après trois ans d'utilisation d'un fût. Le fût de chêne devient au fil des années un "récipient" sans plus d'intérêt qu'une cuve. A cela il faut ajouter le maintien de la main-d'œuvre, nécessaire pour l'élevage en fût.

— L'élevage en cuve (inox ou béton) est, dans tous les cas moins coûteux que les fûts de chêne; les cuves sont de grande capacité et sont généralement utilisées à double emploi (fermentation et élevage). L'élevage est souvent moins long qu'un élevage en fût. Cette pratique limite également les frais de main-d'œuvre dans la mesure où les opérations associées à l'élevage sont réalisées sur de grands volumes.

Cependant, ce mode d'élevage n'est pas sans inconvénients car la dissolution continue de l'oxygène, permise par le bois, est ici nulle et les seuls apports possibles d'oxygène le sont lors des soutirages, l'oxydation est violente et donc moins favorable à l'évolution du vin. De plus, la clarification (phénomène physique conduisant à la limpidité du vin) est moins efficace sur des grands volumes (cuves) que sur des petits (fûts), il est donc nécessaire de filtrer plus ou moins sévèrement, opération qui peut appauvrir le vin, si elle est exagérée.

C'est avec cet objectif, que l'idée est venue de combiner, essentiellement pour des vins de petite valeur ajoutée, représentant une part importante de la production, les avantages économiques d'un élevage en cuve et certains des avantages œnologiques d'un élevage en fûts de chêne à savoir les phénomènes oxydatifs. Pour satisfaire ces conditions, l'oxygène nécessaire à l'évolution des vins, est apporté de façon plus régulière et moins brutale que lors d'un soutirage à l'air.

2.- But et protocole expérimental

L'étude a été réalisée à St-Emilion sur une période d'environ 6 mois. L'objectif de l'expérimentation a été:

— d'une part de tester l'effet d'un apport particulier d'oxygène à des vins élevés en cuve sur leurs caractères organoleptiques, en essayant d'évaluer les quantités apportées, afin de fournir des informations supplémentaires quant aux besoins en oxygène des vins rouges, ceci à grande échelle (30 à 50 hl).

— d'autre part de confirmer l'influence, d'un ajout d'ellagitanins à un vin élevé en cuve, sur ses caractères structuraux et chromatiques. Ces différents modes d'élevage ont été comparés à un élevage traditionnel en fûts de chêne, élevage de référence d'un point de vue oxydatif.

L'essai est conduit simultanément sur deux sites A et B dans l'appellation Saint-Emilion. Le vin A est composé de Merlot noir à plus de 95% et d'une faible part de Cabernet franc ; B se compose à 85% de Merlot noir et 15% de Cabernet-Sauvignon. Il a été constitué, à partir de chaque vin, cinq lots correspondants à cinq élevages différents résumés ci dessous :

	A	B
1	cuve inox de 25 hl	cuve inox de 51 hl
2	cuve inox de 27 hl	cuve inox de 32 hl
3	cuve inox de 27 hl	cuve inox de 27 hl
4	fûts de chêne de 1 an	fûts de chêne de 1 an
5	fûts de chêne neufs	fûts de chêne neufs

Nous utilisons un mode d'élevage classique en cuve (lots 1 et 2), avec des soutirages effectués tous les trois mois (soit deux soutirages en 6 mois d'expérimentation) et des ouillages réalisés chaque semaine, mais nous reviendrons sur ces pratiques. Le lot 2 est supplémenté par 300 mg/l d'extraits de tanins de cœur de bois de chêne. Ces tanins sont ajoutés en début d'élevage, et sont mélangés au vin par brassage à l'aide d'une pompe.

Pour le lot 3, nous employons les mêmes quantités d'ellagitanins pour ce lot que celles utilisées pour le lot 2, de plus les techniques d'élevage sont similaires, la différence résulte dans le fait que nous pratiquons en supplément une oxygénation à l'aide d'air reconstitué comprimé en bouteille (80% d'azote, 20% d'oxygène). L'approche des bilans des apports d'oxygène au cours de l'élevage ainsi que les équations développées pour calculer les quantités d'oxygène apportées sont utilisées ici (VIVAS, 1997).

Il a été fixé un apport hebdomadaire, qui est l'intervalle de temps le plus court envisageable, entre deux oxygénations, avec la méthode utilisée. Augmenter la fréquence des apports de manière significative reviendrait alors à utiliser une cuve adaptée munie d'une sonde à oxygène déclenchant un apport d'oxygène lorsque sa teneur dissoute est, par exemple, inférieure à 0,5 mg/l.

L'objectif est d'apporter la même quantité d'oxygène pour chaque vin, et d'évaluer cette quantité de façon à ce qu'elle soit en accord avec les quantités qui sont dissoutes lors d'un élevage en fût.

Nous avons choisi un apport de 2,5 mg/l d'oxygène chaque semaine, ce qui correspond à une quantité globale approximative de 50 mg/l sur 20 semaines, à laquelle il faut ajouter les apports lors des deux soutirages effectués selon les mêmes conditions que les lots 1 et 2, soit une quantité d'oxygène de 65 à 70 mg/l pour la durée de l'élevage.

Enfin, l'élevage en barrique (lots 4 et 5) est conduit de manière traditionnelle. Nous utilisons des fûts neufs et des fûts de un vin afin d'estimer l'influence de l'âge des fûts. L'élevage est classique avec : soutirage traditionnel tous les trois mois et un ouillage chaque semaine.

3.- Résultats de l'expérience

3.1.- Caractéristiques analytiques des vins avant élevage

Les analyses des vins sont données dans le tableau 1. Le vin A a une teneur totale en composés phénoliques faible ($d_{280} = 38,3$) en comparaison à la moyenne obtenue sur les vins B ($d_{280} = 50,5$). Ceci s'explique par la présence de saignées dans l'assemblage. Les valeurs faibles obtenues pour le dosage des tanins (1,7 g/l) et des anthocyanes (458 mg/l) confirment cette remarque. Il s'agit d'un vin à faible potentiel phénolique. D'autre part ce vin a des indices

TABLEAU 1

Composition des vins de l'essai avant élevage

	Vin A	Vin B
TAV (%vol.)	12,5	12,4
pH	3,4	3,4
Acidité volatile (g/l H ₂ SO ₄)	0,25	0,32
SO ₂ libre (mg/l)	15	16
Phénols totaux	38,3	50,5
IC'	0,609	0,712
d 420 %	38,3	39,5
d 520 %	49,9	50,1
d 620 %	11,8	10,4
Anthocyanes (mg/l)	458	458
Indice d'ionisation	20	18
Indice de pigments polymérisés	46	42
Procyanidines (g/l)	1,72	2,26
Indice HCl	5	12
Indice de dialyse	6	25
Indice de gélatine	68	58

de structure tannique (dialyse et HCl) faibles indiquant une petite structure colloïdale et des tanins peu condensés. L'indice de gélatine, estimation de l'astringence des vins, est assez élevé (68), ce vin est relativement astringent. L'intensité colorante est plutôt faible mais il faut considérer la teneur en anthocyanes. Il semble d'après l'indice de ionisation que la coloration rouge de ce vin soit moyenne compte tenu de la teneur des anthocyanes. Ces anthocyanes paraissent bien polymérisés aux tanins (indice de pigments polymérisés = 46), ce qui du reste explique la nuance mauve importante de ce vin ($d_{620\%} = 12$). Le vin B possède une teneur totale en composés phénoliques ($d_{280} = 50,5$). Cependant il comporte un déséquilibre entre tanins et anthocyanes, au profit des tanins, que n'avait pas le vin A. Les tanins sont présents en quantité, et ont une forte structure colloïdale (indice de dialyse élevé), un indice d'HCl qui témoignent d'un état de condensation supérieur au premier vin, avec un caractère également moins astringent. Cet indice de dialyse très élevé et l'indice d'HCl relativement important, sont caractéristiques du Cabernet Sauvignon, souvent très structuré et qui n'évolue que faiblement en présence d'oxygène. La couleur de ce vin est légèrement moins évoluée que la précédente avec une nuance mauve plus faible, mais est un peu plus intense.

3.2.- Evolution des conditions d'oxydoréduction au cours de l'élevage

Les mesures d'oxygène dissout et de potentiel d'oxydoréduction permettent d'estimer l'état d'oxydation des vins. Elles apportent, en outre, des informations sur l'intensité oxydative de chaque soutirage, selon la technique utilisée. Les résultats de ces mesures sont rassemblés dans le tableau 2. Les remarques suivantes peuvent être faites : l'absence d'oxygène dissout dans un vin élevé en cuve inox (<0,1mg/l) ; la présence d'oxygène dissout dans un vin

TABLEAU 2

Evolution de la teneur en oxygène dissout et du potentiel d'oxydoréduction au cours de l'élevage des vins A et B
Comportement des vins après un soutirage ou un apport d'oxygène
(Résultats moyens sur 6 mois d'élevage)

	OXYGENE DISSOUT (mg/l)			EH (mV)		
	Equilibre	Après soutirage	Tc (jours)*	Equilibre	Après soutirage	Tc (jours)**
VIN A :						
Fût neuf	0,4	3,6	7	250	369	13 à 15
Fût de 1 vin	0,3	3,6	7	238	356	13 à 15
Cuve "T"	<0,1	8	15	180	388	20 à 25
Cuve "T + Ell"	<0,1	8	10	205	412	20 à 25
Cuve "T + Ell + O ₂ "	3 mg/l/semaine	7,9	10	275	420	20 à 25
VIN B :						
Fût neuf	0,4	4,1 à 3,3	8 à 10	271	382	13 à 15
Fût de 1 vin	0,2	4,1 à 3,3	8 à 10	263	378	13 à 15
Cuve "T"	<0,1	8,5 à 6,2	15 à 19	204	401	20 à 25
Cuve "T + Ell"	<0,1	8,5 à 6,4	11 à 15	218	420	20 à 25
Cuve "T + Ell + O ₂ "	3 mg/l/semaine	8,4 à 6,4	9 à 12	287	424	20 à 25

* Temps de consommation de l'oxygène apporté

** Temps de stabilisation de la valeur du EH

élevé en fût de chêne (0,4mg/l), présence d'autant plus faible que le fût est âgé (suite à l'accumulation de cristaux de tartrate acide de potassium) ; le potentiel d'oxydoréduction est de fait plus élevé en fût de chêne qu'il ne l'est en cuve.

Le soutirage à l'air, tel qu'il a été effectué, permet dans le cas des élevages en cuve, de dissoudre une quantité importante d'oxygène, allant de 6,2 à 8,5 mg/l. Ces différences de dissolution ont été observées essentiellement pour le vin B où les fluctuations de température dans les chais sont importantes (8 à 25 °C) et donc influençables sur les teneurs dissoutes. A l'opposé, du vin A où les conditions ambiantes sont idéales (température stable, hygrométrie élevée) on dissout, lors de chaque soutirage une quantité voisine de 8mg/l d'oxygène. La consommation de l'oxygène dissout varie selon les cuves et le vin. Le vin A, pourtant moins riche en composés phénoliques consomme plus rapidement l'oxygène que le vin B. D'autre part la présence d'ellagitanins dans le vin semble augmenter la vitesse de consommation de l'oxygène (10 jours contre 15 jours pour un vin témoin A), ces observations en pratique confirment donc les résultats obtenus au laboratoire (VIVAS et GLORIES, 1993 ; VIVAS, 1997A).

L'apport d'oxygène dans les vins élevés en cuve provoque une augmentation importante du potentiel de l'ordre de 200 mV, et un retour à l'équilibre au bout de 20 à 25 jours indépendamment des vins et de l'addition d'ellagitanins. A ce propos, il apparaît que les ellagitanins augmentent le potentiel d'équilibre des vins et la variation de potentiel après oxydation, ceci en raison de leur pouvoir oxydatif élevé, même en l'absence d'oxygène.

Lors d'un soutirage en fût de chêne, la quantité d'oxygène dissoute est moins importante qu'en cuve en raison de la technique moins brutale employée. Du reste, les variations de température enregistrées pour le vin B, affectent de

nouveau les quantités dissoutes. La consommation de cet oxygène est de l'ordre de 7 à 10 jours selon les vins et les quantités dissoutes, et les variations de potentiel de 120 mV environ.

Pour la cuve ayant bénéficié d'un apport d'ellagitanins et d'oxygénation hebdomadaire, il apparaît sur la figure 1 que les oxygénations répétées provoquent un accroissement du potentiel d'équilibre et du potentiel après oxydation jusqu'à la 4 ou 5^{ème} oxygénation, où alors le potentiel se stabilise vers une valeur d'équilibre de 275 à 287mV selon les vins et la valeur du potentiel après oxydation augmente de plus en plus faiblement, oxygénation après oxygénation. Il semble que l'on atteigne des valeurs de potentiel se stabilisant à des niveaux élevés, semblables à ce que l'on peut trouver dans un vin élevé en fût de chêne; on peut donc prétendre, même si l'oxydation n'est pas totalement régulière et donc les variations de potentiel significatives lors de chaque oxygénation, que ce maintien du potentiel à des teneurs comprises entre 275-287 mV permet de maintenir en permanence une présence de peroxydes nécessaire à l'oxydation couplée, conditions rencontrées lors de l'élevage en fût de chêne. Le système n'est toutefois pas encore idéal dans la mesure où ces oxygénations discontinues entraînent une augmentation systématique du potentiel de 275-287 à 410-420 mV, qui témoigne d'une oxydation relativement violente, comparée à une oxydation ménagée, pouvant dans certains cas provoquer des dégradations de couleur, notamment. Le soutirage sur ces cuves (Cuve T + Ell + O₂) a été maintenu de façon à extraire les lies d'une part, et à ne pas modifier les paramètres de comparaison avec les autres cuves d'autre part. On constate, bien sûr, que la teneur en oxygène dissout est identique aux autres cuves pour un vin donné, avec des temps de consommation similaires. Seules les valeurs de potentiel diffèrent en raison des oxygénations antérieures.

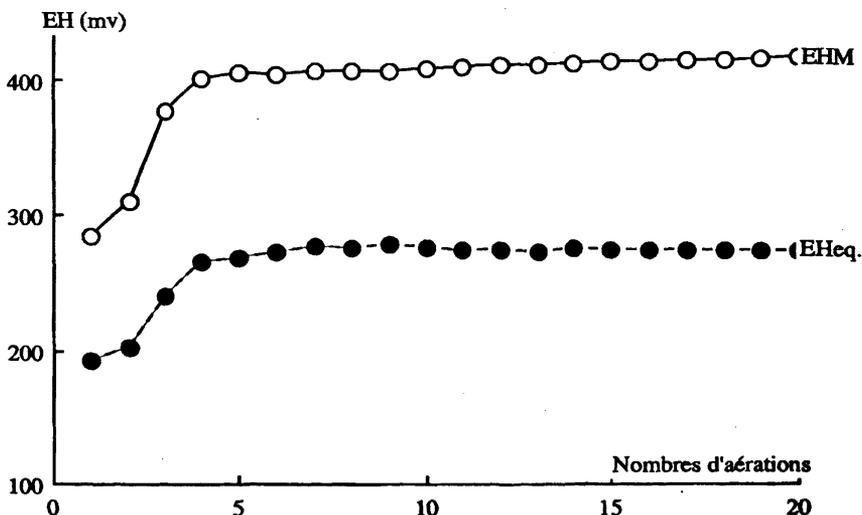


Figure 1

Influence du nombre d'aérations sur le potentiel d'oxydoréduction maximale (EHM estimé par saturation d'un échantillon de vin en oxygène) et le potentiel d'oxydoréduction à l'équilibre (EHeq. mesuré 15 jours après complète consommation de O₂)

3.3.- Caractéristiques analytiques des vins après élevage

Nous avons procédé aux mêmes analyses que celles utilisées pour caractériser les deux vins de départ. Du fait du protocole utilisé, nous avons dix vins analysés, dont les résultats sont rassemblés dans le tableau 3.

Il s'avère que la teneur totale en composés phénoliques a diminué pour le vin B alors qu'elle est restée plus stable pour le vin A, où les précipitations phénoliques semblent avoir été moins importantes pour l'ensemble de ses lots. D'autre part on constate une d280 plus élevée pour les cuves tanisées (présence d'ellagitanins), on est en mesure de penser, suite aux résultats du laboratoire, que les ellagitanins protègent les composés phénoliques du vin des réactions de précipitation souvent engendrées par les aérations brutales lors des soutirages (VIVAS et GLORIES, 1996A).

Le dosage des tanins, qui ne prend pas en compte les ellagitanins, fournit des valeurs proches de celles obtenues avant élevage, légèrement inférieures du fait des oxygénations et donc des précipitations. Le taux de tanins reste en effet relativement constant tant que les molécules n'ont pas atteint une dimension suffisante, susceptible d'entraîner leur précipitation (PONTALLIER et RIBÉREAU-GAYON, 1983). Le vin A était très faiblement structuré au départ, il n'y a donc pas eu de fortes précipitations.

• Pour le vin A

Les indices révélateurs de la structure des tanins ont fortement évolué pour ce vin. D'une manière générale, les indices de dialyse et d'HCl, ont augmenté et l'indice de gélatine a diminué, ce qui indique une structure et une rondeur ayant évolué favorablement. Si l'on s'intéresse maintenant aux différents modes d'élevage, on observe les points suivants :

— l'indice de dialyse (aspect colloïdal des tanins) a évolué plus favorablement pour les vins élevés en fûts de 1 vin et en cuve "T + Ell + O2".

— l'indice de gélatine (reflétant l'astringence) est moins important pour les vins élevés en fûts de 1 vin, et en cuve "T + Ell + O2", et est très fort pour le vin élevé en fûts neufs.

— l'indice d'HCl (état de condensation des tanins) a bien évolué pour les vins élevés en cuve "T + Ell + O2" et en fûts neufs, et n'a que peu évolué pour les autres vins.

Ces observations nous conduisent à penser que l'essai d'oxygénation en cuve a été le plus bénéfique à l'évolution structurale et colloïdale des tanins, l'oxydation mise en jeu, a favorisé cette évolution. L'effet des ellagitanins sur la structure du vin ne semble être significatif que si l'élevage est accompagné d'une bonne aération, on ne remarque pas en effet d'évolution importante entre la cuve "T" et la cuve "T + Ell", ce vin avait besoin d'oxygène en premier lieu. Un élevage en fûts neufs s'est traduit, pour ce vin, par une astringence élevée et une évolution structurale moyenne, l'utilisation de fûts de 1 vin semble avoir été préférable.

• Pour le vin B

Si l'on en juge, par les mêmes indices que précédemment, il s'avère clairement qu'ils ont tous évolué défavorablement. Ce vin déjà bien structuré avant élevage, a perdu de sa structure suite à des précipitations, et a vu son astringence augmenter dans quatre cas sur cinq. L'apport d'oxygène à ce vin n'a pas conduit à une évolution, au contraire cela lui a été néfaste. L'indice de gélatine est uniquement amélioré pour le vin élevé en cuve "T" qui a reçu peu d'oxygène, il semble que les précipitations importantes ayant eu lieu, expliquant la diminution considérable de structure de ce vin, aient concerné les tanins initialement les plus astringents.

Pour les autres vins, les indices de structure tannique ont également diminué mais plus faiblement, surtout pour les vins élevés en cuve "T + Ell + O2" et en fûts neufs, qui ont même un indice HCl ayant augmenté. Il apparaîtrait

TABLEAU 3
Composition phénolique des vins après 6 mois d'élevage
Incidence des conditions d'élevage

	VIN A					VIN B				
	Fût neuf	Fût de 1 vin	Cuve "T"	Cuve "T+Ell"	Cuve "T+Ell+O2"	Fût neuf	Fût de 1 vin	Cuve "T"	Cuve "T+Ell"	Cuve "T+Ell+O2"
Phénols totaux	34,2	35	35,7	38,1	38,8	43,1	43,1	42	49,6	48,1
IC'	0,68	0,632	0,54	0,65	0,923	0,583	0,6	0,909	0,909	0,849
d 420 %	38,3	38,5	40,2	42	37,7	37,6	37,6	37,8	37,8	37,7
d 520 %	50	49,8	48	42,1	46,9	49,9	49,9	43,3	43,3	45,3
d 620 %	11,7	11,7	11,8	15,9	15,4	12,5	12,5	18,9	18,9	17
Anthocyanes (mg/l)	299,3	321,1	367,5	302,8	267,75	322	411,3	396,3	396,3	381,5
Indice d'ionisation	26,6	22	20	25,5	43,2	20,2	18	22	22	30,6
Indice de pigments polymérisés	54,7	55,2	53,8	61,3	61	52,5	48,8	57,7	57,7	61
Procyanidines (g/l)	1,7	1,5	1,5	1,6	1,5	2,3	2,2	2,2	2,2	1,95
Indice HCl	12,5	9,1	7,5	5	16,2	15	10,2	6,2	6,2	21,3
Indice de dialyse	14,1	17,1	12,9	11,8	15,3	16	17	18,1	18,1	16
Indice de gélatine	59	41	51	46	41	67	66	60	60	63

donc que l'oxygène apporté au vin de manière brutale ou délicate, a plus ou moins déstructuré ce vin par des précipitations, cependant l'apport d'oxygène par diffusion à travers les douelles de fût ou par oxygénation, est plus favorable dans le sens où ces baisses de structures sont inférieures (les indices HCl et de dialyse sont supérieurs) ; il est également possible que ces apports délicats aient engendré, dans un même temps, des restructurations partielles. L'apport brutal d'oxygène est, comme pour les vins A, néfaste et provoque des déstructurations plus importantes; toutefois lorsque l'on ajoute des ellagitanins (cuve "T + Ell"), l'effet d'une oxydation brutale est moindre (indices de dialyse), les ellagitanins protègent sensiblement les composés phénoliques du vin, ce qui du reste est en accord avec les résultats du laboratoire. A l'opposé, il apparaît que l'indice de gélatine a augmenté pour les vins élevés en fûts de chêne ou en cuve avec ellagitanins. Nous pouvons supposer que la dissolution d'ellagitanins présente dans ces différents modes d'élevage, a entraîné une augmentation de l'astringence.

Ce vin avait donc des besoins en oxygène très faibles, et nous ne pouvons pas dire que notre essai d'oxygénation ait été bénéfique, comparativement aux autres élevages, dans la mesure où l'astringence a augmenté. La présence d'ellagitanins semble être responsable de celle-ci, dans un vin qui n'a pas supporté l'oxygène.

3.4.- Evolution de la matière colorante

Pour l'ensemble de nos vins, on constate une diminution de la teneur en anthocyanes, caractéristique de leur polymérisation et condensation avec les tanins, confirmé par l'augmentation de l'indice de pigments polymérisés. La couleur évolue généralement vers une nuance mauve (d620%) et son intensité augmente lorsque les conditions sont favorables.

• Pour le vin A

L'élevage de ce vin a été bénéfique à sa couleur, l'intensité augmente, les indices de ionisation et de pigments polymérisés également. Ces évolutions sont cependant très variables suivant les modes d'élevage mis en œuvre :

– l'intensité colorante évolue essentiellement pour le vin de la cuve "T + Ell + O2", et à moindre titre pour les vins élevés en fûts et en cuve "T + Ell". C'est également pour ce vin que la couleur est la plus évoluée avec une d620% (caractéristique des liaisons tanins-anthocyanes) et une d520% (nuance rouge) significativement élevées. Le vin élevé en cuve "T" est celui dont la couleur a le moins évolué avec une d420% de 40,2, et celui dont l'intensité colorante diminue.

– on observe également de grandes différences au niveau de l'indice de ionisation en faveur du vin de la cuve "T + Ell + O2", on compte en effet deux fois plus d'anthocyanes colorées dans ce vin que dans les vins élevés en fûts de 1 vin et en cuve "T".

– l'indice de pigments polymérisés révèle un net avantage pour les vins tanisés avec un indice important (61%).

L'oxygénation hebdomadaire a permis une plus importante expression du potentiel anthocyanique du vin de base. Elle a favorisé la coloration de pigments jusque là incolores (indice de ionisation élevé et intensité colorante croissante). L'addition d'ellagitanins (cuve "T + Ell" et cuve "T + Ell + O2") favorise les condensations entre tanins et anthocyanes (indice de pigments polymérisés) et donc la stabilisation de la couleur et, par la même occasion, son intensification (d620%). L'effet d'un élevage en fût sur la matière colorante semble plus mitigé, au moins pour les 6 premiers mois d'élevage, il semble que les quantités d'ellagitanins et d'oxygène appliquées dans le cas de nos essais en cuve, soient supérieures sur une période de 6 mois (la diffusion d'oxygène et la dissolution d'ellagitanins sont lentes en fût mais présentes sur de plus longues durées). La baisse de l'intensité colorante du vin élevé en cuve "T" prouve qu'il y a eu des dégradations de couleur, donc de pigments colorés, suite aux oxydations brutales survenues lors des soutirages. Dans les mêmes conditions, le vin tanisé a vu son intensité colorante augmenter, ces observations confirment nos résultats de laboratoire, à savoir le rôle protecteur des ellagitanins vis-à-vis de la matière colorante des vins rouges.

• Pour le vin B

La couleur de ce vin a moins favorablement évolué. Dans le cas des vins élevés en cuve et tanisés, on remarque une nette intensification de la couleur et une stabilisation de celle-ci par des polymérisations et condensations (indice de pigments polymérisés). Dans les autres vins on observe une diminution de la couleur, plus importante pour le vin élevé en fûts neufs, et une légère stabilisation de celle-ci. Une fois encore l'influence des ellagitanins est remarquable, dans ce vin, ils intensifient et stabilisent la couleur. L'indice de ionisation est plus élevé pour le vin de la cuve "T + Ell + O2" que pour celui de la cuve "T + Ell", probablement en raison de l'oxygène, nous pouvons donc penser que l'oxygène a un effet secondaire sur ce vin et entraîne des précipitations de couleur, ce qui expliquerait l'intensité colorante plus faible du vin oxygéné.

Pour les vins élevés en fût, la baisse de l'intensité colorante indique des précipitations qui pourraient avoir visé, entre autres, des pigments condensés aux tanins, ce qui expliquerait la faible évolution de l'indice et de la densité optique à 620nm. Comparé à ces vins, celui élevé en cuve "T" a une matière colorante plus évoluée. L'oxygène, même dissout lentement, n'a pas été favorable à l'évolution de la couleur de ce vin.

4.- SYNTHÈSE

Il s'avère, suite à ces analyses, que l'élevage du vin A avec oxygénation en présence d'ellagitanins, a conduit aux résultats les plus spectaculaires sur la période de l'étude. Ce vin avait sans aucun doute besoin d'oxygène dans le but d'évoluer, c'est à dire augmenter sa structure tannique et sa couleur (intensification et stabilité). L'apport d'ellagitanins à ce vin a permis une évolution plus importante. Les vins

élevés en fûts de chêne ont également évolué favorablement mais plus lentement, les quantités d'oxygène et d'ellagitanins dissoutes ont été bien inférieures et n'ont pas permis la même évolution observée en cuve "T + Ell + O₂".

L'essai n'a cependant pas été concluant pour le vin B. La structure était déjà favorablement évoluée avant l'élevage, l'apport intensif d'oxygène a peut-être, dans un premier temps, fait évoluer encore un peu cette structure, mais a fini par provoquer, par excès, des précipitations, engendrant une baisse de structure. Ce vin n'avait pas besoin d'oxygène. De plus l'apport d'ellagitanins dans un tel vin accentue l'astringence, même si leur présence protège la couleur et les dégradations de structures.

Cet exemple souligne les risques d'oxydation non réfléchi sur des vins dont on n'a pas estimé la capacité d'évolution en conditions oxydatives.

CONCLUSION

L'étude menée confirme certaines hypothèses de départ et permet de se poser des questions sur l'intérêt futur de l'utilisation du système d'élevage en cuve expérimenté.

Ce système est intéressant d'un point de vue économique, voire pratique; il restait à démontrer ses avantages œnologiques.

Il a été très net que l'essai mené sur le vin A produit des résultats plus que satisfaisants, avec une très bonne évolution en un temps relativement court. Ces conditions sont idéales pour les vins ciblés, à savoir des vins à potentiel moyen, dont l'intérêt est d'effectuer un élevage suffisant mais pas trop long pour être commercialisés rapidement, et surtout ne pouvant être élevés en fûts de chêne (qui marquent trop ces vins). L'apport d'ellagitanins permet d'accélérer et d'intensifier cette évolution, comme cela avait été montré dans les conditions du laboratoire. Ce système permet donc d'accélérer l'évolution des vins, du fait de la dissolution plus rapide d'oxygène et d'ellagitanins.

Cependant l'utilisation n'est pas à généraliser, en effet nous avons vu dans le cas de l'essai sur le vin B, que l'apport d'oxygène n'était pas favorable. Il est donc nécessaire avant toute oxygénation d'estimer ses effets sur la qualité des vins. L'étude montre que nous sommes en mesure, dans certains cas, de prédire l'intérêt de l'oxygène pour l'évolu-

tion d'un vin rouge. Cependant, définir la quantité d'oxygène à apporter à un vin en fonction de ses analyses chimiques et organoleptiques, est encore empirique. Des travaux en cours se proposent de répondre à ce problème.

N. V.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- MOUTOUNNET, M.; SARNI, F.; SCALBERT, A. 1993.** Les tanins du bois de chêne. In "Elevage des vins en fûts de chêne", Glories, Y. (ed.). CEPS, Melun.
- PONTALLIER, P. 1981.** Recherches sur les conditions d'élevage des vins rouges. Rôle des phénomènes oxydatifs. Thèse docteur-ingénieur, Université de Bordeaux II.
- VIVAS, N.; GLORIES, Y. 1993.** Les phénomènes d'oxydo-réduction liés à l'élevage en barrique des vins rouges: Aspects technologiques. *Rev. Fr. Œnol.*, 142, 33-38
- VIVAS, N.; GLORIES, Y. 1995.** Vinification et élevage des vins. Potentiel d'oxydoréduction en œnologie. *Rev. Œnol.* 76, 10-14.
- VIVAS, N.; GLORIES, Y. 1996A.** Role of oak wood ellagitanins in the oxidation process of red wines during aging. *Am. J. Enol. Vitic.*, 47, 103-107.
- VIVAS, N.; GLORIES, Y. 1996B.** Modélisation et estimation du bilan des apports d'oxygène au cours de l'élevage des vins rouges. I- Les apports technologiques et liés au mode d'élevage. *Progr. Agric. Vitic.*, 113, 10, 222-227.
- VIVAS, N. 1997A.** Recherches sur la qualité du chêne français de tonnellerie (*Q. petraea* Liebl., *Q. robur* L.) et sur les mécanismes d'oxydoréduction des vins rouges au cours de leur élevage en barriques. Thèse Université Bordeaux 2. 2 tomes, 250 p.
- VIVAS, N. 1997B.** Modélisation et calcul du bilan des apports d'oxygène au cours de l'élevage des vins rouges. II- Les apports liés au passage d'oxygène au travers de la barrique. *Progr. Agri. Vitic.*, 114, 13-14, 315-316
- VIVAS, N. 1999.** Modélisation et calcul du bilan des apports d'oxygène au cours de l'élevage des vins rouges. III- Interprétation des bilans et maîtrise des apports d'oxygène *Progr. Agri. Vitic.*, 116, 1, 16-18.

LA LUTTE CONTRE LA FLAVESCENCE DORÉE EST OBLIGATOIRE DANS LES PYRÉNÉES-ORIENTALES, L'AUDE, L'HÉRAULT ET LE GARD

Rappelons qu'il est obligatoire de faire trois traitements insecticides contre la cicadelle vectrice.

Le premier a eu lieu du 12 au 20 juin pour l'Aude et l'Hérault, et du 12 au 22 juin pour les Pyrénées-Orientales.

La seconde application doit avoir lieu 15 jours après la première

Ne pas oublier que la Flavescence dorée tue les vignes, ou oblige à les arracher !

PAV