

# EFFET D'UN LYSAT INDUSTRIEL DE LEVURE SUR L'ÉVOLUTION DES VINS ROUGES EN BOUTEILLE

## EFFECT OF A YEAST INDUSTRIAL LYSATE ON THE EVOLUTION OF RED WINES AFTER BOTTLING

P. COMUZZO, Lara TAT, F. BATTISTUTTA et A. TASSO

Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Università di Udine  
Via Marangoni, 97, 33100 Udine (Italy)

**Résumé :** L'emploi des polysaccharides de levure pour stabiliser la fraction phénolique des vins rouges est une application récente.

Les effets de différentes doses d'une formulation industrielle à base de parois cellulaires de levures lysées à chaud, sur la fraction phénolique de deux vins rouges, ont été étudiés pendant la conservation en bouteille. Les effets sur la couleur et sur les fractions phénoliques responsables de l'astringence se sont révélés être énormément subordonnés aux caractéristiques physico-chimiques du vin et au dosage; en outre ils semblent être limités à de courtes périodes de conservation. Pendant la conservation en bouteille, on assiste en effet à un nivellement des effets positifs sur la couleur, probablement par des modifications de l'équilibre colloïdal au cours de la conservation. L'optimisation de cette technologie requiert des approfondissements supplémentaires compte tenu des nombreux facteurs en jeu.

**Summary :** The use of yeast polysaccharides in the stabilization of the phenolic fraction of red wines, is a recent application. Increasing amounts of an industrial product made by thermal lysis of yeast cell walls were added to two red wines: the effects on phenolic and coloring fraction were studied, in relation to bottle storage. The effects on wine color and astringency, showed strongly dependence to the characteristics of the wine and to the dosage; they were limited to short times of conservation. In fact, a loss in the positive effects on color intensity was observed during the bottle storage, probably as a result of the modifications in the colloidal equilibrium during conservation. The complexity of the conditioning factors makes other studies necessary, in order to optimize this kind of technology.

**Mots clés :** lysat de levure, stabilité de la couleur, vin rouge, astringence, colloïdes glucidiques

**Key words :** yeast lysate, color stability, red wine, astringency, glucidical colloids

## INTRODUCTION

Les macromolécules de levure sont désormais bien connues pour leurs caractéristiques de stabilisants naturels des vins; ces constituants pariétaux sont libérés pendant la fermentation alcoolique par la levure viable, et pendant l'élevage sur les lies, par l'autolyse des cellules.

L'action colloïde-protecteur de mannoprotéines et de dérivés de levure plus ou moins purifiés, leur effet inhibiteur vis-à-vis des précipitations tartriques (LUBBERS *et al.*, 1993; DUBOURDIEU et MOINE, 1998) et des casses de nature protéique (LEDOUX *et al.*, 1992 ; WATERS *et al.*, 1993) sont bien décrits dans la littérature scientifique.

Bien que la plupart des études concerne les vins blancs, qui sont sujets à ce genre de problèmes, les interactions entre les polysaccharides de la levure et les polyphénols des vins rouges ont été récemment étudiées (ESCOT *et al.*, 2001).

En particulier, l'addition de mannoprotéines à un vin rouge peut favoriser les interactions entre les tanins et les polysaccharides, et entre les tanins et les anthocyanes (FEUILLAT *et al.*, 2001), en réduisant l'astringence, et en incrémentant la stabilité de la couleur. D'après COMUZZO (2003), des additions croissantes (0,2 - 1,0 g/L) de mannoprotéines de levures à une solution modèle (éthanol 10 % v/v, pH 3,2) de malvidine-3-monoglucoside, (+)-catéchine et acétaldéhyde, déterminent en quinze jours, une augmentation de l'intensité de la couleur et de l'indice des pigments polymérisés (déterminé par la méthode de GLORIES, 1978), par rapport au témoin non additionné de polysaccharides.

Pendant l'élevage sur lies des vins rouges, l'effet stabilisant sur la couleur dépend de la souche de levure (FUSTER et ESCOT, 2002).

Du point de vue physico-chimique, l'effet des polysaccharides sur la stabilité des flavanols polymérisés peut être ramené à une stabilisation des tanins à l'état colloïdal (SAUCIER *et al.*, 2000); la présence de polysaccharides en effet, ne conditionne pas la cinétique de polymérisation des flavonoïdes, mais elle semble empêcher l'agglomération micellaire des macromolécules à l'état colloïdal (SAUCIER *et al.*, 1996). Par contre, un excès de polysaccharides peut déstabiliser les particules en provoquant leur précipitation par déplétion.

Il s'agit là d'un facteur très important pour l'utilisation pratique de dérivés de levure et de mannoprotéines en œnologie. Ces adjuvants sont des alternatives aux technologies traditionnelles pour l'enrichissement en polysaccharides (élevage sur lies), mais des additions excessives

pourraient compromettre la stabilité colloïdale du vin (COMUZZO, 2003 ; COMUZZO *et al.*, 2004).

Aujourd'hui, l'utilisation de dérivés de levure en tant qu'adjuvants œnologiques est subordonnée principalement à des limitations législatives. Leur emploi est intéressant pour différents aspects (FEUILLAT *et al.*, 1998), mais des évaluations ultérieures sont nécessaires.

En effet, le dosage, les modalités de préparation et la composition des produits industriels (tout particulièrement le rapport entre la fraction protéique et polysaccharidique des mannoprotéines) sont des facteurs importants pour définir l'effet technologique de dérivés de levure. L'utilisation des formulations elles-mêmes est donc encore très difficile dans la pratique.

Pour ces raisons, ce travail a étudié (du point de vue des applications pratiques) l'effet de l'addition de quantités croissantes d'un dérivé industriel de levure obtenu par lyse thermique des parois cellulaires, sur l'évolution de la couleur et de la fraction colloïdale de deux vins rouges pendant la conservation en bouteille. Enfin, quelques observations sur la modification des fractions phénoliques corrélées à l'astringence ont été effectuées.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### I - PRÉLEVEMENT ET PRÉPARATION DES VINS

Deux vins de Merlot (Appellation «Colli Orientali del Friuli», millésime 2000) ont été utilisés. Une vinification en rouge classique a été réalisée. La vendange a été sulfitée après foulage (5 g/hL de dioxyde de soufre) et la durée de la macération a été fixée à 6 jours pour le premier vin (Merlot 1) et à 10 jours pour le deuxième (Merlot 2).

Après la fermentation alcoolique et malolactique, le Merlot 1 a été conservé pendant deux mois en fût de chêne, et par la suite, soutiré dans des cuves en acier. L'élevage du Merlot 2 a été prolongé pendant cinq mois et conduit pendant deux mois en présence de lies fines.

Chaque vin a été additionné de quantités croissantes (0-600 mg/L) d'une préparation industrielle, à base de parois cellulaires de levure lysées à chaud (ci-après dénommé lysat). Ces produits commerciaux sont utilisés en œnologie comme alternative aux mannoprotéines purifiées. Elles sont caractérisées par une fraction insoluble, qui est constituée par les résidus des parois cellulaires qui se retrouvent dans les poudres après la lyse industrielle. Quelques informations sur la composition du produit utilisé sont résumées dans le tableau I.

Les vins conservés jusque-là dans la cave ont été prélevés directement dans des bouteilles de 1 litre où le lysat avait été introduit dans les quantités fixées. Pour éviter

des oxydations, 1 mL d'une solution de dioxyde de soufre à 20 g/L a été rajouté au moment du prélèvement, de manière à augmenter de 20 mg/L les teneurs en SO<sub>2</sub> total du vin.

Les échantillons ont été conservés à 15 °C pendant trois semaines à l'abri de la lumière et sans agitation, pour permettre la libération des colloïdes glucidiques du lysat. Par la suite, les vins ont été soutirés en bouteilles de 0,75 litre, de manière à éliminer la fraction insoluble du lysat qui était sédimenté ; les bouteilles ont été conservées à 15 °C jusqu'au moment de l'analyse.

## II - ANALYSES EFFECTUÉES

Les vins ont été analysés quinze jours et dix mois après la mise en bouteille. Avant l'analyse, les échantillons ont été centrifugés à 4000 rpm pendant 10 minutes, pour éliminer d'éventuelles particules colloïdales instables, responsables de troubles.

Sur les échantillons ainsi obtenus, les paramètres suivants ont été déterminés :

- Colloïdes totaux, déterminés après précipitation par l'éthanol, d'après la méthode de USSEGLIO-TOMASSET et CASTINO (1975).

- Turbidité, déterminée par néphélométrie par un turbidimètre modèle 2100 AN (HACH).

- Intensité de la couleur (GLORIES, 1984).

- Indice d'ionisation (GLORIES, 1978), pour évaluer l'état de combinaison des anthocyanes.

- Indice de gélatine et d'éthanol (GLORIES, 1978), qui sont deux paramètres liés à l'astringence des vins.

La libération des particules colloïdales par le lysat a été étudiée en solution modèle ; 5 g du produit commercial ont été solubilisés dans 1 L d'un tampon tartrique (pH 3,2, éthanol 10 % v/v). La cinétique de libération des col-

loïdes a été étudiée sur des échantillons prélevés à des temps de contact différents. Les colloïdes glucidiques totaux, la taille moyenne des particules et la turbidité ont été déterminés après l'élimination de la fraction insoluble du lysat par centrifugation.

La taille moyenne des particules colloïdales a été mesurée par diffraction de la lumière laser, avec un Submicron Particle Sizer mod. Autodilute 370 (NICOMP) : l'appareil mesure une distribution de la taille des particules et extrapole sa valeur moyenne.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### I - ÉVOLUTION DE LA COULEUR DES VINS ROUGES - EFFETS IMMÉDIATS DU TRAITEMENT

La libération de colloïdes glucidiques par le lysat est visible en solution modèle ; 120 mg/L de colloïdes précipitables par l'éthanol ont été libérés presque immédiatement par 5 g de lysat en poudre. La turbidité de la solution est un bon indicateur de l'état colloïdal : son évolution est très similaire à celle de la taille moyenne des particules (figure 1a).

La relation entre ces deux paramètres et les colloïdes totaux est très difficile à expliquer ; d'après COMUZZO *et al.* (2004), à une récupération pondérale la plus abondante en colloïdes précipitables, correspond une taille moyenne plus grande des particules en solution, et une turbidité plus élevée.

Cette relation entre colloïdes et turbidité est observable aussi dans les vins. En analysant 23 vins blancs et rouges (entre lesquels ils sont compris les vins de ce travail), nous avons observé une certaine corrélation (significative pour  $p < 0,05$ ) entre la turbidité et les colloïdes totaux (figure 1b).

D'un point de vue pratique, la floculation de substances colloïdales pendant la conservation du vin, ou l'addition

**Tableau I - Composition du lysat industriel utilisé (les analyses sont été répliquées trois fois)**

**Composition of the utilized industrial lysate (analyses were replicated three times)**

Azote total <sup>a</sup> (mg/g MS)	Lipides totaux <sup>b</sup> (mg/g MS)	Protéines solubles <sup>c</sup> (mg/g MS)	Colloïdes solubles <sup>d</sup> (mg/g MS)
615 ± 6	150 ± 20	67 ± 2	386 ± 25

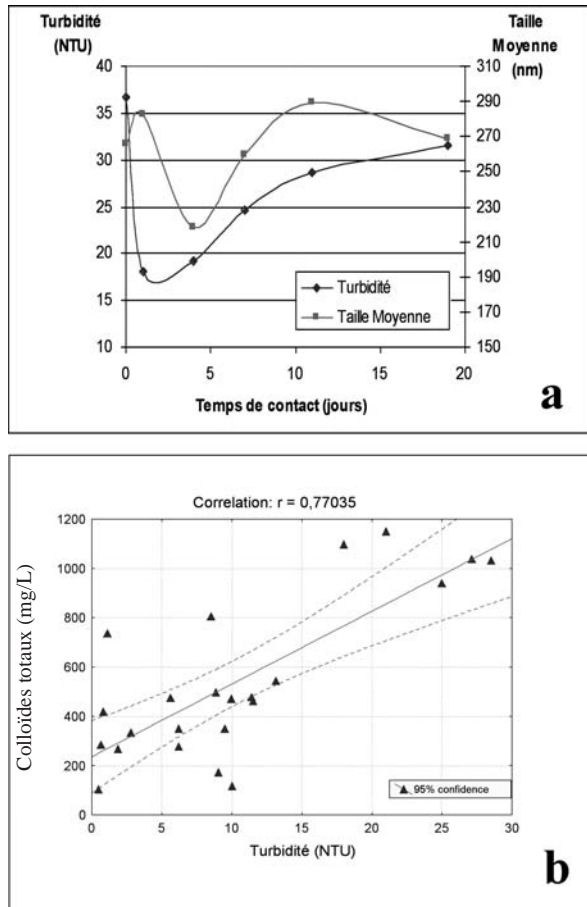
a : déterminé par la méthode de Kjeldahl à partir de 0,5 g de produit en poudre ;

b : détermination pondérale après extraction avec chloroforme - méthanol 2:1, à partir de 5 g de produit en poudre (D'AGOSTINO, 1990)

c en solution hydroalcoolique (éthanol 10 % v/v; pH 3,2) à 5 g/L; déterminées par la méthode de Lowry, d'après REGENSTEIN et REGENSTEIN (1984)

d en solution hydroalcoolique (éthanol 10 % v/v; pH 3,2) à 5 g/L; détermination pondérale après précipitation par l'éthanol (USSEGLIO-TOMASSET et CASTINO, 1975)

MS : matière sèche



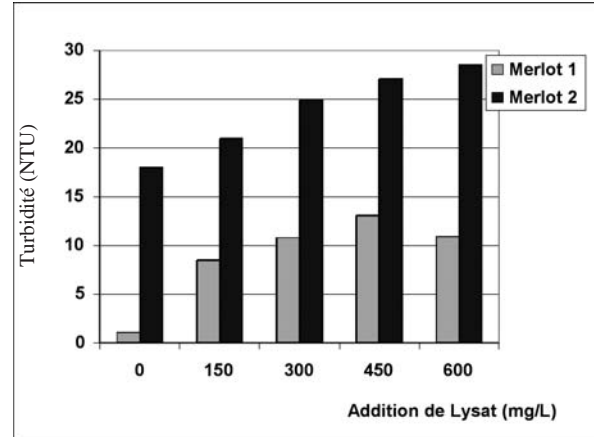
**Figure 1 - a) Relation entre la turbidité et la taille moyenne (mesurée par diffraction de la lumière) des particules colloïdales libérées par le lysat (5 g/L) en solution modèle ; b) Corrélation entre turbidité et colloïdes totaux mesurée pour 23 vins d'après COMUZZO (2003) . Les corrélations sont marquées significatives pour  $p < 0,05$ .**

**a) Relationship between turbidity and mean diameter (measured by light scattering) of the colloidal particles released by the lysate (5 g/L) in model solution ; b) Correlation between turbidity and total colloids measured for 23 wines by COMUZZO (2003).**

Correlations are marked as significant at  $p < 0,05$

de colloïdes exogènes, peut déterminer une augmentation de la turbidité. La simple mesure de ce paramètre peut donc être un bon indicateur pour évaluer les modifications de la fraction colloïdale des vins analysés.

La figure 2 montre les valeurs de turbidité des vins après quinze jours de conservation en bouteille. En comparant les témoins (0 mg/L de lysat rajouté), on remarque que ce paramètre est plus élevé pour le Merlot 2 qui est élevé sur lies et donc plus riche en colloïdes. Quoiqu'il en soit, on peut observer que le traitement a enrichi les fractions colloïdales des deux vins.



**Figure 2 - Turbidité des vins rouges analysée quinze jours après le traitement**

**Turbidity of the red wines, analyzed fifteen days after the treatment**

Toutefois, il semble que le dosage soit un paramètre très important pour l'utilisation pratique de lysats de levure ; en effet, pour le Merlot 1, le dosage le plus élevé a déterminé une diminution de la turbidité, qui pourrait s'expliquer par de probables précipitations. En effet, l'action déstabilisante d'un dosage excessif de polysaccharides de levure (mannoprotéines) a été déjà décrite (SAUCIER *et al.*, 1996 ; MOINE-LEDOUX, 1996).

Un tel phénomène ne se vérifie pas dans le Merlot 2 ; ce fait peut s'expliquer en observant les différences de composition entre les deux vins (tableau II). En effet, le Merlot 2 présente une teneur en colloïdes plus élevée, et donc il pourrait être moins affecté par les rajouts de colloïdes exogènes. L'acquisition d'un bon équilibre de la fraction polysaccharidique pendant l'élevage sur lies pourrait également déterminer une sorte d'effet «tampon colloïdal», qui s'opposerait aux modifications déterminées par les rajouts exogènes.

La meilleure condition d'équilibre du Merlot 2 est également bien observée en relation à l'intensité colorante (figure 3a) qui n'est pas modifiée par le lysat.

Par contre, la couleur du Merlot 1 est conditionnée par le traitement de même que de la turbidité. Initialement, l'intensité colorante augmente proportionnellement au dosage, mais cette augmentation est suivie d'une diminution pour le dosage le plus élevé (600 mg/L).

L'analyse des trois composantes (420, 520 et 620 nm) de l'intensité colorante (GLORIES, 1984) montre que cet effet est essentiellement dû à la DO 520 nm ; l'effet sur la couleur semble donc déterminé par les anthocyanes sous forme ionisée (A+).

La mesure de l'indice d'ionisation confirme bien cette observation (figure 3b) ; ce paramètre est corrélé aux anthocyanes sous forme ionisée et polymérisée, donc, pour le Merlot 1, les effets du lysat sur la couleur pourraient être liés à des teneurs plus élevées d'anthocyanes en forme complexe.

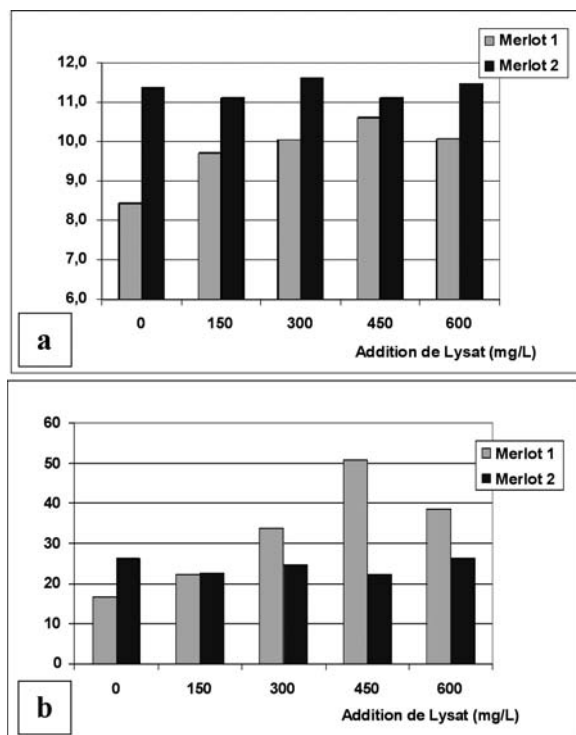
## II - STABILITÉ DE LA COULEUR DES VINS ROUGES - EFFETS DU TRAITEMENT DANS LE TEMPS

Les effets observés pour les vins quinze jours après le traitement ont également été évalués après dix mois de conservation en bouteille.

**Tableau II - Composition des deux vins analysés : proanthocyanidines et colloïdes totaux des vins témoin**

**Composition of the two analyzed wines: proanthocyanidins and total colloids of the test wines**

	Tanins totaux <sup>a</sup> (g/L)	Colloïdes totaux <sup>b</sup> (g/L)
Merlot 1	1,9	0,7
Merlot 2	2,5	1,1



**Figure 3 - Intensité colorante (a) et indice de ionisation (b) des vins rouges, analysés quinze jours après le traitement**  
Color intensity (a) and index of ionization (b) of the red wines, analyzed fifteen days after the treatment

a : déterminés par la méthode de Bate-Smith 1954

b : déterminés par précipitation à l'éthanol

Les variations de la turbidité sont montrées dans la figure 4. La turbidité du Merlot 1 a diminué pendant la conservation, indépendamment du dosage du lysat additionné, en dénotant de probables précipitations.

Par contre, le Merlot 2, montre un comportement similaire jusqu'à l'échantillon à 150 mg/L, mais pour les dosages les plus élevés, on relève une inversion, c'est-à-dire une augmentation de la turbidité pendant l'élevage en bouteille.

Tout cela fait penser à une modification importante des équilibres colloïdaux dans le temps ; les effets observés pourraient être liés à l'interaction entre différents facteurs, parmi lesquels le dosage du lysat et les caractéristiques chimiques du vin. En outre, la présence de composés phénoliques en équilibre colloïdal est un facteur de complexité ultérieure pour le phénomène.

Des observations supplémentaires peuvent être liées à l'évolution de la fraction colorante dans le temps.

Le Merlot 2 a évolué positivement pendant la conservation, avec une augmentation de l'intensité colorante et de l'indice d'ionisation. Toutefois (ainsi que l'on pouvait déjà l'observer après quinze jours), on ne relève pas de différences substantielles dues à l'addition du lysat.

Le Merlot 1 a également évolué positivement pendant les dix mois, mais les différences liées au dosage que l'on observait après quinze jours semblaient se niveler dans le temps. Ces considérations sont observables tant pour l'intensité colorante (figure 5a) que pour l'indice d'ionisation (figure 5b).

Il semble donc que l'emploi du lysat ait déterminé une accélération de l'élevage du vin, en portant à une plus rapide évolution de sa fraction colorante dans le temps : l'addition du lysat a permis au Merlot 1 d'atteindre sa potentialité colorante, avec des temps inférieurs par rapport à son évolution naturelle.

Un tel effet « d'élevage accéléré » avait déjà été observé par d'autres auteurs, même si en relation à l'effet des colloïdes sur l'évolution de vins blancs (COMUZZO *et al.*, 2004), ou de vins mousseux obtenus selon la méthode Champenoise (FEUILLAT, 1987).

Cette dernière se révèle intéressante pour la production de vins destinés à la consommation immédiate, pour lesquels cet effet de « maturation accélérée » pourrait s'avérer utile avant la mise en bouteille.

## III - EFFETS SUR L'ASTRINGENCE ET SUR LE MOELLEUX DU VIN

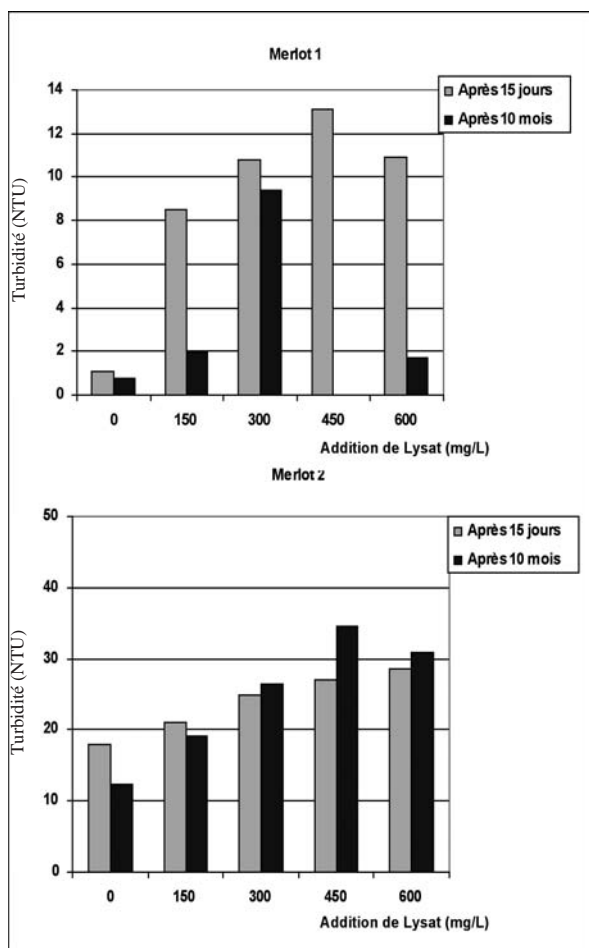
L'effet du lysat additionné sur les fractions phénoliques corrélées à l'astringence est évident d'après l'ana-

lyse des indices de gélatine (directement corrélée à l'astringence) et d'éthanol (tanins liés aux polysaccharides et aux sels).

L'astringence est liée à la nature des polyphénols présents dans le vin (LAGUNE, 1994). La présence de polysaccharides peut réduire cette caractéristique (VIDAL *et al.*, 2004), en conférant un caractère hydrophilique aux complexes des tanins avec les protéines salivaires et en augmentant le moelleux du vin.

En évaluant l'indice d'éthanol après quinze jours (tableau III), on remarque comme les additions les plus faibles ont déterminé un incrément pour ce paramètre, alors que l'on observe sa diminution au-dessus d'un certain dosage; une démarche opposée est visible pour l'indice de gélatine, qui diminue avec le dosage, pour augmenter au-dessus d'un «dosage seuil».

Les effets sur l'astringence et sur le moelleux du vin sont donc tangibles et immédiats, même s'ils montrent



**Figure 4 - Évolution de la turbidité des vins rouges, au cours de dix mois de conservation en bouteille.**

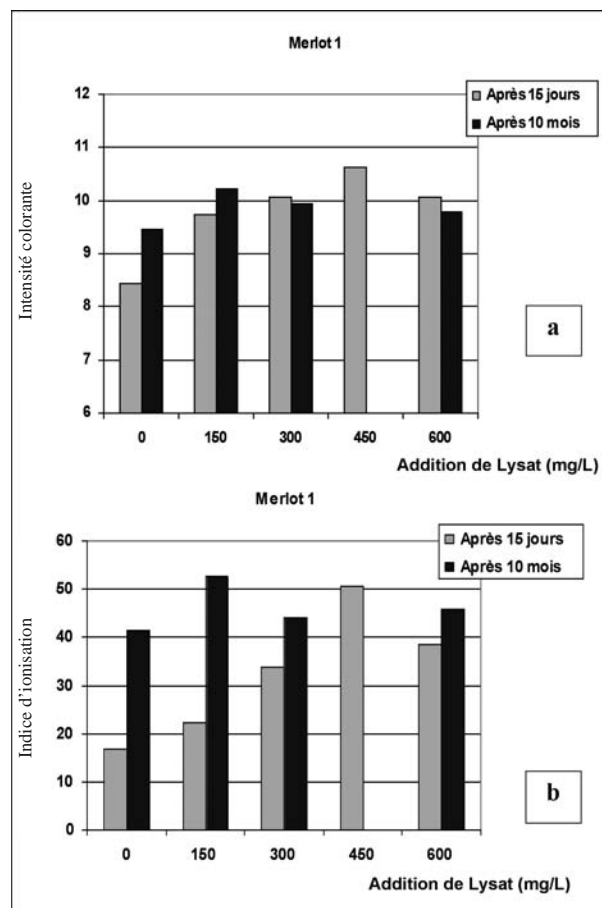
Evolution of the red wines turbidity, during ten months of bottle storage.

une forte dépendance du dosage des produits commerciaux. Le choix du dosage optimal est donc fondamental pour ne pas affecter les caractéristiques sensorielles du vin.

De plus, les fractions phénoliques responsables de l'astringence semblent changer pendant la conservation en bouteille : l'addition du lysat a déterminé un incrément de l'état de combinaison entre les tanins et les polysaccharides. Après dix mois, les vins traités montrent des valeurs plus élevées de l'indice d'éthanol, par rapport au témoin (tableau III). Ces résultats sont bien évidents pour le Merlot 2, pour les dosages les plus élevés.

Par contre, les valeurs de l'indice de gélatine ne sont pas facilement interprétables; en effet, elles sont variables et très liées à la quantité du lysat additionné.

Sur la base de ces observations, l'on peut supposer que les colloïdes exogènes ont déterminé une différente évolution des fractions phénoliques corrélées à l'astringence



**Figure 5 - Evolution de l'intensité de la couleur (a) et de l'indice de ionisation (b) pour le Merlot 1, au cours de dix mois de conservation en bouteille.**

Evolution of color intensity (a) and index of ionization (b) for the Merlot 1, during ten months of bottle storage.

**Tableau III - Indices de gélatine et d'éthanol des vins rouges, analysées quinze jours et dix mois après le traitement****Indexes of gelatin and ethanol of the red wines, analyzed fifteen days and ten months after the treatment**

	Addition de Lysat (mg/L)	Indice d'éthanol		Indice de gélatine	
		Après 15 jours	Après 10 mois	Après 15 jours	Après 10 mois
Merlot 1	0	1	13	58	61
	150	7	20	38	47
	300	18	18	68	62
	600	5	21	74	67
Merlot 2	0	11	2	70	67
	150	0	1	73	60
	300	27	5	39	53
	450	8	14	59	74
	600	9	29	67	35

des vins. La réactivité des tanins vis-à-vis de la gélatine n'est pas très modifiée par le traitement (l'indice de gélatine n'a pas subi de grandes variations pour la plupart des vins analysés), mais l'on peut observer des incréments de la combinaison entre tanins et polysaccharides pendant la conservation (incrément de l'indice d'éthanol par addition du produit industriel). La formation de ces complexes pourrait déterminer l'augmentation de l'hydrophilie des tanins et la diminution de l'astringence du vin. L'effet du dosage est très important.

### CONCLUSION

En conclusion, les effets de lysats de levure sur l'évolution des vins rouges sont liés à des modifications de la structure colloïdale et des fractions phénoliques responsables de la couleur et de l'astringence.

Une augmentation de la complexité colloïdale et des effets positifs sur l'intensité de la couleur ont été observés après quinze jours de conservation des vins traités.

Ces effets semblent être liés à de brèves périodes de conservation : en effet, pendant l'élevage en bouteille, on assiste à un nivellement des effets positifs sur la couleur dû à des modifications de l'équilibre colloïdal du vin.

Les fractions phénoliques liées à l'astringence sont très affectées par le dosage ; pendant la conservation en bouteille, l'addition du lysat a déterminé un degré de combinaison plus élevé entre les tanins et les polysaccharides (augmentation de l'indice d'éthanol).

Cette technologie est toutefois très conditionnée par les caractéristiques du vin et par le dosage d'emploi des préparations industrielles.

Il est donc bien évident que l'utilisation de dérivés de levure pour la stabilisation et l'élevage des vins rouges est

une technologie complexe, dont l'emploi est lié à l'évaluation de plusieurs facteurs. La connaissance théorique des équilibres entre les colloïdes exogènes et la structure colloïdale du vin est fondamentale pour optimiser l'emploi de ces adjuvants en œnologie. Toutefois, les aspects pratiques ne sont pas à négliger : des tests préliminaires devraient être pratiqués afin d'établir les modalités et les dosages optimaux des traitements.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BATE-SMITH E.-C., 1954. Leucoanthocyanins. I. Detection and identification of anthocyanin formed from leucoanthocyanins in plant tissues. *Biochem. J.*, **11**, 1153-1156.
- COMUZZO P., 2003. Effetto di derivati industriali di lievito sulla stabilità colloidale e sulla percezione aromatica dei vini. *Tesi di Dottorato*, Università di Udine.
- COMUZZO P., TAT L., BATTISTUTTA F. et ZIRONI R., 2004. Application technologique d'un lysat industriel de levure à la stabilisation tartrique et protéique des vins blancs. *Sci. Aliments*, **24**, 371-382.
- D'AGOSTINO A., 1990. Studio sull'utilizzo delle scorze di lievito e della cellulosa nel miglioramento della fermentazione birraria. *Tesi di Laurea*, Università di Udine.
- DUBOURDIEU D. et MOINE V., 1998. Rôle des mannoprotéines de levures sur la stabilité tartrique des vins. *Rev. Enol.*, **85**, 17.
- ESCOT S., FEUILLAT M., DULAU L. et CHARPENTIER C., 2001. Release of polysaccharides by yeasts and the influence of released polysaccharides on colour stability and wine astringency. *Australian J. Grape Wine Research*, **7**, 153-159.
- FEUILLAT M., 1987. Evolution des colloïdes dans les vins de base et les vins mousseux élaborés selon la méthode champenoise. *Industrie delle Bevande*, **90**, 266-273.
- FEUILLAT M., CHARPENTIER C. et NGUYEN VAN LONG T., 1998. Les mannoprotéines de levures: un adjuvant œnologique possible. *Bull. O.I.V.*, 813-814, 944-967.

- FEUILLAT M., ESCOT S., CHARPENTIER C. et DULAU L., 2001. Élevage des vins rouges sur lies fines - intérêt des interactions entre polysaccharides de levures et polyphénols du vin. *Rev. Œnol.*, **98**, 17-18.
- FUSTER A. et ESCOT S., 2002. Élevage des vins rouges sur lies fines: choix de la levure fermentaire et ses conséquences sur les interactions polysaccharides pariétaux/polyphénols. *Rev. Œnol.*, **104**, 20-22.
- GLORIES Y., 1978. Recherches sur la matière colorante des vins rouges. *Thèse de Doctorat*, Université de Bordeaux II.
- GLORIES Y., 1984. La couleur des vins rouges, 2<sup>e</sup> partie. Mesure, origine et interprétation. *Connaissance Vigne Vin*, **18**, 253-271.
- LAGUNE L., 1994. Étude des gélatines œnologiques et des mécanismes du collage dans les vins rouges. *Thèse de Doctorat*, Université de Bordeaux II.
- LEDOUX V., DULAU L. et DUBOURDIEU D., 1992. Interprétation de l'amélioration de la stabilité protéique des vins au cours de l'élevage sur lies. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **26**, 239-251.
- LUBBERS S., LEGER B., CHARPENTIER C. et FEUILLAT M., 1993. Effet colloïde - protecteur d'extraits de parois de levures sur la stabilité tartrique d'une solution modèle. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, **27**, 13-22.
- MOINE LEDOUX V., 1996. Recherches sur le rôle des manno-protéines de levure vis-à-vis de la stabilisation protéique et tartrique des vins. *Thèse de Doctorat*, Université de Bordeaux II.
- REGENSTEIN J.M. et REGENSTEIN C.E., 1984. *Food protein chemistry*. Ed. Academic Press, New York.
- SAUCIER C., ROUX D. et GLORIES Y., 1996. Stabilité colloïdale de polymères catéchiques - influence des polysaccharides. In: *Œnologie 95 - 5<sup>e</sup> Symposium International d'Œnologie*, Bordeaux, Lavoisier Tec & Doc ed., Paris, p. 395-400.
- SAUCIER C., GLORIES Y. et ROUX D., 2000. Interactions tanins - colloïdes: nouvelles avancées concernant la notion de « bons » et de « mauvais » tanins. *Rev. Œnol.*, **94**, 9-10.
- USSEGLIO-TOMASSET L. et CASTINO M., 1975. I colloidi solubili di natura glucidica dei mosti e dei vini. Parte I. *Riv. Vitic. Œnol.*, **28**, 374-391.
- VIDAL S., FRANCIS L., WILLIAMS P., KWIATKOWSKI M., GAWEL R., CHEYNIER V., WATERS E., 2004. The mouth-feel properties of polysaccharides and anthocyanins in a wine like medium. *Food. Chem.*, **85**, 519-525.
- WATERS E.J., WALLACE W., TATE M.E. et WILLIAMS P.J., 1993. Isolation and partial characterization of a natural haze protective factor from wine. *J. Agric. Food. Chem.*, **41**, 714-730.

*Manuscrit reçu le 12 janvier 2005 ; accepté pour publication, après modifications le 20 mai 2005*