

**RÉSUMÉ** Des expériences menées par les chercheurs de Lallemand en conditions œnologiques à faible pH ( $\text{pH} < 3,5$ ) ont montré qu'il n'y a pas de production d'acide acétique à partir des sucres lors de la multiplication des bactéries malolactiques (BML) et de la fermentation malolactique active (FML). Lallemand, en collaboration avec plusieurs instituts de recherche œnologique, a étudié les effets de l'ensemencement précoce en BML dans des vins rouges au pH élevé, sur plusieurs millésimes. Dans toutes les études menées, l'ensemencement simultané en bactéries et en levures n'a pas modifié la cinétique de fermentation alcoolique. Comparée avec la durée de la FML conduite avec ensemencement séquentiel en bactéries et levures, ou avec celle de la FML spontanée, la durée totale de la FML a été clairement réduite par l'ensemencement simultané en bactéries et en levures. De légères différences dans les taux d'acidité volatile ont été observées et toutes les combinaisons d'ensemencement précoce en BML ont conduit à une production plus faible d'amines biogènes que les autres modalités des essais.

## MOTS CLÉS

CO-INOCULATION, FERMENTATION MALOLACTIQUE, PH ÉLEVÉ, BACTÉRIE LACTIQUE, AMINES BIOGÈNES

**ABSTRACT** Previous experiments conducted by the Lallemand research group under low pH wine conditions ( $\text{pH} < 3.5$ ) showed that acetic acid could not be produced out of sugars during growth of malolactic bacteria (MLB) and active malolactic fermentation (MLF). In collaboration with several oenological research institutes Lallemand investigated early MLB inoculation in high pH red wines during several vintages. In all studies simultaneous inoculation of bacteria with yeast did not affect yeast alcohol fermentation kinetics. Total length of malolactic fermentation was clearly reduced by the simultaneous inoculation of bacteria with yeast compared with their sequential inoculation and spontaneous MLF. Little difference in the volatile acidity levels was found and all combinations of early bacteria inoculation strategy produced lower biogenic amines than the other treatments.

## KEYWORDS

SIMULTANEOUS INOCULATION, MALOLACTIC FERMENTATION, HIGH PH, LACTIC BACTERIA, BIOGENIC AMINES

Sybille KRIEGER-WEBER  
Lallemand  
In den Seiten 53  
Kornthal-Münchingen  
70825, Germany  
[skrieger@lallemand.com](mailto:skrieger@lallemand.com)  
+33(0)562 74 5555

Didier THÉODORE  
Magali DÉLÉRIS-BOU  
Sandra ESCOT  
Lallemand S.A. (France)



Sybille KRIEGER-WEBER

## Simultaneous inoculation in red wines with high pH



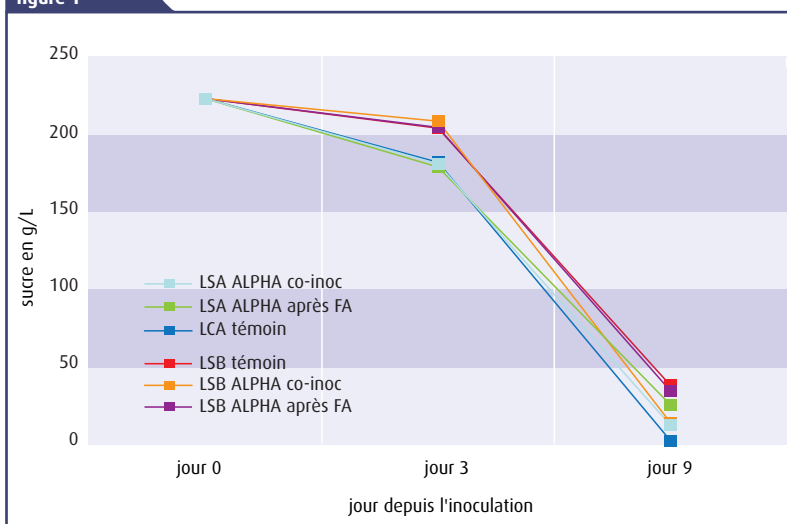
39

La réduction de l'acidité et la modification des caractéristiques organoleptiques du vin dues à la fermentation secondaire conduite avec des bactéries (la fermentation malolactique) sont souvent considérées comme étant bénéfiques à la qualité du vin. Plusieurs études démontrent que des souches de bactéries malolactiques différentes ont des effets organoleptiques différents sur les vins ; néanmoins, l'influence du moment choisi pour l'ajout des bactéries n'est, elle, pas encore très bien comprise. L'ensemencement du vin en cultures starter de bactéries malolactiques est traditionnellement pratiqué à l'issue de la fermentation alcoolique, lorsque tous les sucres fermentescibles ont été consommés par la levure et que le taux de sucre résiduel est inférieur à 2 g/l, afin d'éviter la production potentielle d'acide acétique et d'acide D-lactique, une altération connue sous le terme de « piqûre lactique » (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1975). Le co-ensemencement en BML et levures est préconisé aux États-Unis depuis le début des années 80, puisqu'il y était déjà considéré que les bactéries avaient de meilleures chances de se multiplier et de s'acclimater en absence d'éthanol. En effet, il y était pressenti que les bactéries ne pouvaient alors ni souffrir d'un manque de nutriments ni être exposés aux effets toxiques de l'alcool. Beelman et Kunkee (1985) ont démontré que conduire une FML en présence de sucres fermentescibles n'entraînait pas nécessairement la production de quantités excessives d'acide acétique par les bactéries, tant que la fermentation levurienne démarrait rapidement et se déroulait entièrement. Radler (1963) a observé une consommation de sucres de 0,2 à 2 g aux trois stades de la multiplication. Cela montre que c'est uniquement dans la troisième phase de la multiplication, quand la dégradation des acides organiques est achevée, que la bactérie commence à consommer des sucres en excès. La dégradation des sucres, consécutive à la consom-

mation des acides organiques, entraîne une augmentation importante de l'acidité volatile. Des expériences menées par l'équipe de chercheurs de Lallemant, en conditions œnologiques à pH peu élevé ( $\text{pH} < 3,5$ ), ont confirmé ces observations, en démontrant que l'acide acétique n'est pas produit à partir des sucres durant la phase de multiplication des BML et la FML active. Les essais d'ensemencement simultané en bactéries et en levures ont tous terminé la FML beaucoup plus rapidement que ceux dont l'ensemencement en bactéries avait été réalisé après la fermentation alcoolique. En outre, aucune différence significative dans la concentration finale en acide acétique n'a été relevée entre les différents essais. Les essais avec ensemencement simultané en bactéries et en levures ont mis en évidence un lien direct entre la dégradation de l'acide citrique et l'augmentation de la concentration en acide acétique. En collaboration avec plusieurs instituts de recherche œnologique, nous avons étudié le risque lié à un ensemencement précoce en BML dans des vins rouges au pH élevé ( $\text{pH} > 3,5$ ) sur plusieurs millésimes. Un ensemencement précoce en souches d'*Oenococcus oeni* sélectionnées peut réduire le risque de déclenchement spontané d'une FML lors de la fermentation alcoolique (FA), en détruisant les bactéries indigènes. Parallèlement, en permettant de conduire une FML plus contrôlée, elle évite ainsi la production potentielle de composés d'altération.

**Dégradation des sucres dans un cabernet-sauvignon 2005 (Afrique du Sud) (pH 3,77) ensemencé avec Lalvin ICV D254 (LS A) et Lalvin Rhône 2056 (LS B) en présence de la bactérie Enoferm ALPHA (comparaison de la co-inoculation et de l'inoculation post fermentation alcoolique) (Université de Stellenbosch)**

figure 1



## MATÉRIEL ET MÉTHODES

En collaboration avec l'Université de Stellenbosch, l'Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Argentine), l'Université Catholique du Chili et l'Université d'Ancona (Italie), nous avons étudié des techniques d'ensemencement précoce dans des vins rouges au pH et au degré alcoolique élevés, lors des millésimes 2004, 2005, 2006 et 2007, dans les hémisphères Sud et Nord.

### • Expérimentations menées en collaboration avec l'Université de Stellenbosch

#### → Expérimentations 2005

Le moût utilisé est issu de cabernet-sauvignon. Il est à pH 3,77.

Pour deux levures différentes (Lalvin ICV D254 d'une part et Lalvin Rhône 2056 d'autre part) assurant la fermentation alcoolique (FA), 3 modalités d'ensemencement en bactéries lactiques ont été comparées, chacune pour deux bactéries différentes (Enoferm Alpha et Lalvin VP41) :

- Un moût témoin non inoculé en BML sélectionnées.
- Un moût inoculé avec des BML sélectionnées, 24 heures après l'ensemencement en levures.
- Un moût inoculé avec des BML sélectionnées, après l'achèvement de la FA.

Les cinétiques de fermentations alcoolique et malolactique ont été suivies dans chaque cas, de même que l'impact sur la concentration en différentes amines biogènes (histamine, tyramine,

figure 2

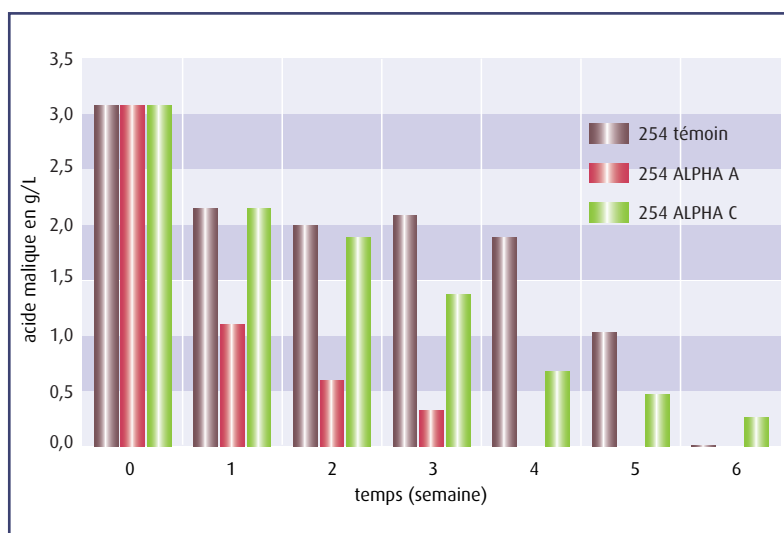
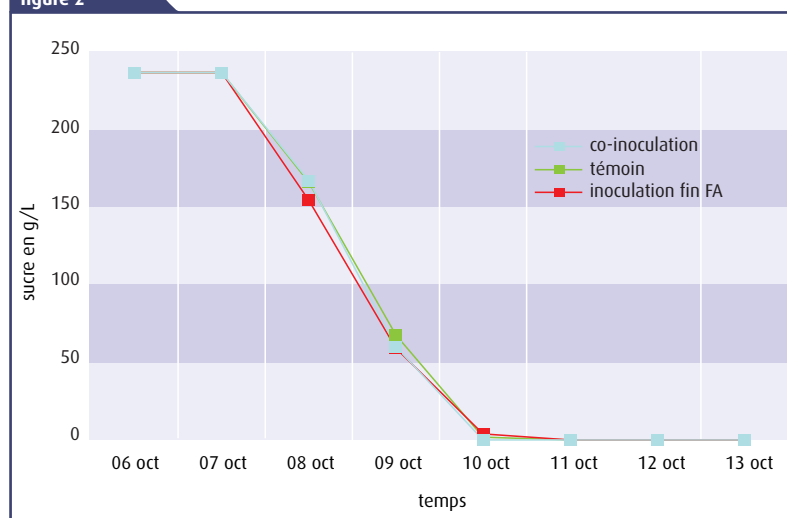


figure 3

**Cinétique de dégradation de l'acide malique dans un cabernet-sauvignon 2005 (Afrique du Sud), pH 3,77. Comparaison de l'ensemencement simultané (A), de l'ensemencement post fermentation alcoolique (C) et la FML spontanée (témoin). Levure Lalvin ICV D254, starter malolactique Enoferm ALPHA (M. du Toit, Université de Stellenbosch)**

**Dégradation des sucres dans un Montepulciano d'Abruzzo 2006 (Italie) (pH 3,5) ensemencé avec Lalvin ICV D254 en présence de la bactérie Lalvin VP41 (comparaison de la co-inoculation, de l'inoculation post fermentation alcoolique et la fermentation malolactique spontanée (témoin)) (Université d'Ancona)**

putrescine, cadavérine) après FML. Les amines biogènes ont été détectées par RP-HPLC grâce à leur fonction dansyl et par détection fluorimétrique, selon une adaptation de la méthode décrite par Marcé *et al.* (1995).

#### → Expérimentations 2006

Le moût utilisé est issu de cabernet-sauvignon. Une levure a été employée pour assurer la fermentation alcoolique: Lalvin ICV D254. Les deux souches de bactéries utilisées sont Enoferm Alpha et Lalvin VP41.

Pour chaque souche de bactéries, 3 modalités d'ensemencement ont été comparées :

- Un moût témoin non inoculé en BML sélectionnées,
- Un moût inoculé avec des BML sélectionnées 24 heures après l'ensemencement en levures.
- Un moût inoculé avec des BML sélectionnées après l'achèvement de la fermentation alcoolique.

Les cinétiques de fermentations alcoolique et malolactique ont été suivies dans chaque cas, de même que l'impact sur la concentration en différentes amines biogènes (histamine, tyramine, putrescine, cadavérine) après FML. Les amines biogènes ont été détectées par RP-HPLC grâce à leur fonction dansyl et par détection fluorimé-

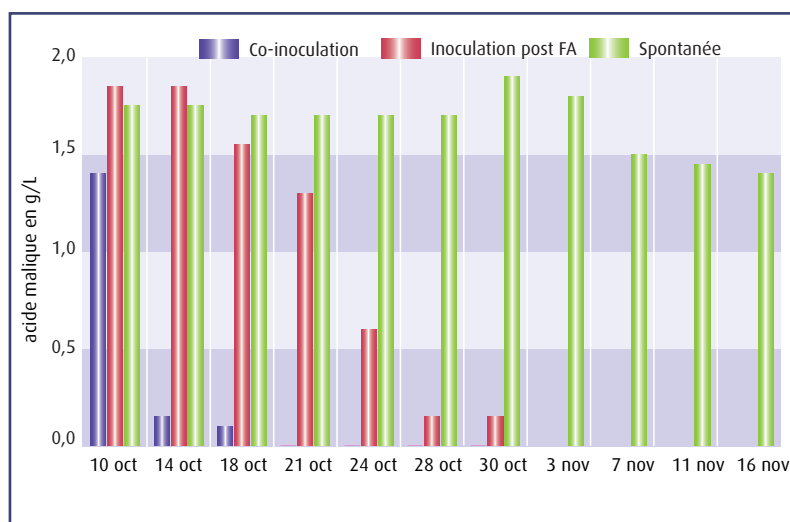


figure 4

trique, selon une adaptation de la méthode décrite par Marcé *et al.* (1995).

#### • Expérimentations menées en collaboration avec l'Université d'Ancona

Le moût utilisé est originaire de Montepulciano d'Abruzzo 2006, à pH 3,5.

Une levure a été employée pour assurer la fermentation alcoolique: Lalvin ICV D254. La souche de bactérie utilisée est Lalvin VP41.

3 modalités d'ensemencement ont été comparées :

- Un moût témoin non inoculé en bactéries malolactiques sélectionnées ;
- Un moût inoculé avec des BML, sélectionnées 24 heures après l'ensemencement en levures.

**Cinétique de dégradation de l'acide malique dans un Montepulciano d'Abruzzo 2006 (Italie), pH 3,5 ensemencé en Lalvin VP41. Comparaison de l'ensemencement simultané, de l'ensemencement post fermentation alcoolique et de la FML spontanée (témoin).** (C. Di Meo, Université d'Ancoa)

**Composition de vins de Cabernet-Sauvignon 2005 chiliens après fermentation alcoolique. Comparaison de la co-inoculation et de la fermentation spontanée (témoin)** (E. Borgeau, Universidad Catolica de Chile)

- Un moût inoculé avec des BML sélectionnées, après l'achèvement de la fermentation alcoolique.

Les cinétiques de fermentations alcoolique et malolactique ont été suivies dans chaque cas, de même que la production d'acidité volatile.

#### • Expérimentations menées en collaboration avec l'INTA

Les baies de Malbec de Pedriel et Drummond, deux régions viticoles importantes de Mendoza (Argentine), ont été vendangées à la main en 2004 (moûts A et B04) et 2005 (moût C). 12 cuves en inox d'une contenance de 1hl ont été remplies avec chacun des moûts et des souches de levure (Lalvin ICV D80 et levure MZA, sélectionnée par l'Institut) ont été ajoutées. Les bactéries malolactiques (Enoferm Alpha) ont été inoculées, soit 12h après l'ensemencement en levure lorsque le SO<sub>2</sub> total et libre étaient de 27 et 12 mg/l respectivement (traitement simultané: SIM), soit à l'issue de la FA (traitement séquentiel: SEQ).

Les cinétiques de fermentations alcoolique et malolactique ont été suivies dans chaque cas, de même que l'impact sur l'acidité volatile et la concentration en différentes amines biogènes (histamine, tyramine, putrescine, cadavérine) après FML.

#### • Expérimentations menées en collaboration avec l'Université Catholique du Chili

Ces expériences ont été menées à petite échelle lors du millésime 2005 sur 8 lots de cépages rouges différents, aux pH élevés (pH 3,45 – 3,9)

tableau 1

Vin	pH		Acidité titrable (g/L)		Alcool (%vol)		Sucres résiduels (g/L)		Acidité volatile (g/L)	
	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin	traité	témoin
1	4,050	3,980	3,250	6,000	12,000	14,300	2,600	1,900	0,640	0,420
2	4,160	4,210	4,700	7,400	13,800	13,100	2,600	2,900	0,520	0,540
3	3,660	3,730	4,700	4,600	13,800	14,200	3,100	2,400	0,600	0,460
4	3,850	3,890	3,600	2,570	12,000	14,900	2,900	3,000	0,540	0,520
5	3,760	3,730	5,300	3,430	14,800	14,600	2,000	2,600	0,390	0,570
6	3,810	3,890	7,100	7,470	14,700	14,900	2,900	2,600	0,580	0,620
7	3,650	3,580	4,000	5,200	13,900	13,600	3,000	2,200	0,350	0,300
8	3,930	3,880	5,800	4,700	13,800	14,200	3,000	3,000	0,480	0,450
Moyenne	3,860	3,860	4,800	5,170	13,300	14,100	2,800	2,600	0,510	0,490
Erreur standard	0,180	0,189	1,256	1,743	1,111	0,604	0,376	0,393	0,101	0,100
Test du signe (pvalue)	0,914		0,570		0,089		0,346		0,540	

et potentiel alcoolique élevés (12,7 – 14,7 %vol), provenant de différentes zones. Les deux mêmes traitements ont été appliqués à chaque lot de vin : une modalité avec co-inoculation simultanée en bactéries et levures et une modalité témoin, sans ensemencement en bactéries.

Les cinétiques de fermentations alcoolique et malolactique ont été suivies dans chaque cas, de même que la production d'acidité volatile.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### • Impact d'un ensemencement précoce en bactéries malolactiques sur la cinétique de fermentation en conditions de pH élevé

Dans toutes les modalités étudiées, l'évolution de la fermentation alcoolique n'a pas été significativement différente entre les deux traitements, ce qui signifie que l'ensemencement simultané en bactéries et en levures n'a pas eu d'impact sur la performance de la levure (figures 1 et 2).

En revanche, l'ensemencement précoce en cultures starter d'*Oenococcus oeni* sélectionnées a toujours entraîné un démarrage et un achèvement plus rapide des fermentations malolactiques. Les résultats provenant de l'Université de Stellenbosch montrent un démarrage rapide de la FML, lorsque les cultures de bactéries malolactiques tolérantes à l'alcool Enoferm Alpha (figure 3) ont été ensemencées 24 heures après l'ensemencement en levures ; ils montrent également que la FML était achevée en 3 semaines.

Analyse chimique après FML dans des vins de Malbec (Argentine 2005 et 2006) fermentés avec deux souches de *S. cerevisiae* (INTA MZA et ICV D80) et avec une souche d'*O. oeni* (Enoferm Alpha). Comparaison de deux moments d'ensemencement (SIM : simultané, SEQ : séquentiel) (Ariel Massera, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)).

tableau 2

Millésime	Moût de malbec	Souche de levure	Moment d'ensemencement	Acidité volatile (g/L)	Acide L-malique
2004	A	INTA MZA	Simultané	0,40±0,04 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,41±0,03 <sup>a</sup>	≤ 0,04
		ICV D80	Simultané	0,59±0,03 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,40±0,02 <sup>b</sup>	≤ 0,04
	B04	INTA MZA	Simultané	0,42±0,03 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,30±0,01 <sup>b</sup>	≤ 0,04
		ICV D80	Simultané	0,41±0,02 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,32±0,02 <sup>b</sup>	≤ 0,04
2005	B05	INTA MZA	Simultané	0,60±0,03 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,57±0,02 <sup>a</sup>	≤ 0,04
		ICV D80	Simultané	0,49±0,16 <sup>a</sup>	≤ 0,04
			Séquentiel	0,36±0,02 <sup>b</sup>	≤ 0,04



La fermentation malolactique réalisée avec ensemencement des mêmes souches après la fermentation alcoolique était terminée 6 semaines après le démarrage de la vinification, et ce avec les deux souches. Les fermentations malolactiques spontanées s'achevaient, quant à elles, dans le même laps de temps ; cela indique que dans ces conditions favorables de pH élevé (pH 3,77), une croissance importante des bactéries indigènes avait déjà lieu avant la fin de la fermentation alcoolique et avant l'ensemencement en culture starter sélectionnée. La figure 4 montre la cinétique de dégradation de l'acide malique dans un vin de Montepulciano d'Abruzzo 2006, de pH inférieur (pH 3,5). Dans ces conditions un peu moins favorables, la fermentation malolactique spontanée a été significativement plus longue que celle des deux lots ensemencés : plus de 6 semaines contre 8 jours pour les lots co-inoculés et 12 jours pour les ensemencements post fermentation alcoolique.

### • Impact d'un ensemencement précoce en cultures starter de bactéries malolactiques en conditions de pH élevé sur la formation d'acidité volatile, la formation d'amines biogènes et sur l'implantation de la souche starter

Bien que les bactéries aient été inoculées en présence de sucres (ensemencement simultané), aucune différence significative n'a été observée entre les taux d'acidité volatile de toutes les mo-



dalités citées plus haut. Les expériences menées en collaboration avec l'Université Catholique du Chili ont confirmé les résultats obtenus en Afrique du Sud et en Italie. E. Bordeau a étudié l'intérêt des techniques d'ensemencement précoce dans des moûts au pH élevé et aux potentiels alcooliques élevés.

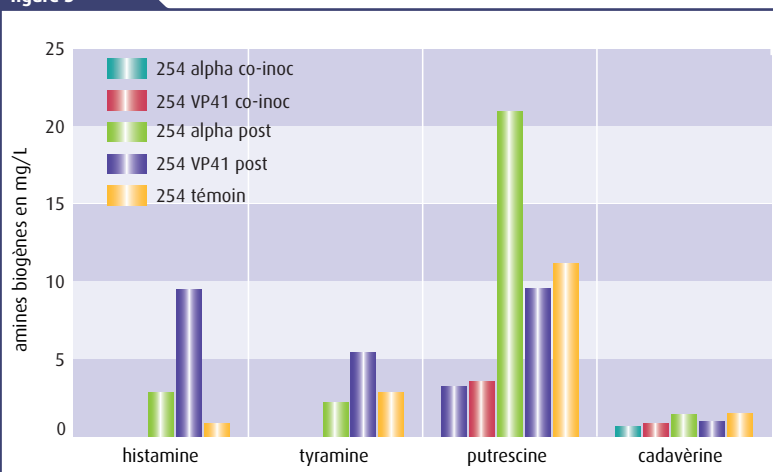
Le pH élevé peut favoriser la croissance de population de bactéries indigènes indésirables lors de fermentation alcoolique, ce qui peut altérer la qualité du vin. Une nouvelle fois, une réduction significative de la durée totale de la fermentation malolactique a été observée dans le cas de la co-inoculation simultanée en bactéries et levures, ce qui indique une dominance de la souche de bactéries sélectionnées. A partir du moment où l'ensemencement était réalisé, la durée totale de la FML était deux fois plus courte dans les cuves où l'ensemencement simultané avait été pratiqué (26 jours en moyenne) que dans les modalités témoin de déclenchement spontané de FML (environ 51 jours) (données non présentées). À nouveau, l'ensemencement en culture starter de bactéries sélectionnées en présence de sucres (ensemencement simultané) n'a pas entraîné de production excessive d'acide acétique. Tel que le montre le tableau 1, aucune différence significative entre les taux d'acidité volatile n'a été relevée.

Des résultats similaires ont été obtenus lors d'une étude menée par l'Instituto Nacional de

**Amines biogènes dans un cabernet-sauvignon 2006 (Afrique du Sud) fermenté avec la levure Lalvin ICV D254 après fermentation malolactique. Comparaison de la co-inoculation de culture starter de bactéries malolactiques Enoferm ALPHA and Lalvin VP41, de l'ensemencement après fermentation alcoolique et de la FML spontanée (témoin) (M. du Toit, Université de Stellenbosch)**

Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentine. Combina *et al.* (2008) ont étudié, au cours de deux millésimes consécutifs, l'impact du moment choisi pour l'ensemencement en bactéries sur la performance des fermentations alcoolique et malolactique, dans des moûts de Malbec provenant de régions viticoles de climat chaud. Tout comme dans les essais antérieurs décrits plus haut, en appliquant les techniques d'ensemencement simultané, une réduction importante de la durée totale de fermentation a été observée par rapport à l'ensemencement séquentiel. Le gain de temps sur les pratiques traditionnelles d'ensemencement se situait entre 7 et 14 jours, en fonction du moût et de la levure concernés. Les données provenant de l'analyse chimique des vins finis après FML sont présentées dans le tableau 2. Dans tous les vins soumis à la FML, les concentrations en acide L-malique résiduel se situaient en dessous de 0,1 g/L. Comparées aux modalités d'ensemencement séquentiel respectives, les concentrations en acide acétique étaient légèrement supérieures dans certaines modalités d'ensemencement simultané. Cependant, toutes les valeurs mesurées se trouvaient dans la gamme de valeurs généralement observée dans les vins rouges de Mendoza et l'acidité volatile n'a jamais dépassé 0,60 g/L. Les amines biogènes ont été également étudiées, en tant que paramètre sanitaire, pour évaluer l'avantage d'un ensemencement simultané permettant une dominance précoce de la souche sélectionnée. Pas de différence significative dans les taux d'amines n'a été relevée, selon le moment d'inoculation des bactéries dans les études menées en Argentine, bien que dans certaines modalités séquentielles,

figure 5



un développement considérable de bactéries indigènes ait été observé.

Bien au contraire, dans les études menées à l'Université de Stellenbosch (*figure 5*), une formation nettement inférieure d'amines biogènes et aucune formation d'histamine ou tyramine n'ont été observées dans toutes les combinaisons de stratégies d'ensemencement précoce (co-inoculation), en comparaison avec les autres modalités d'ensemencement après fermentation alcoolique (Maret du Toit *et al.* 2007, van der Merve *et al.* 2006). Les souches Enoferm Alpha et Lalvin VP41, ainsi que toutes nos autres souches starter, ont été criblées lors de leur sélection en utilisant des techniques génétiques, afin que les gènes codant pour les enzymes histidine décarboxylase ou ornithine décarboxylase, responsables de la formation d'amines biogènes, ne soient pas exprimés. Ainsi, nous supposons l'implication de flore bactérienne spontanée dans le cas des ensemencements réalisés post fermentation alcoolique, au vu des taux plus élevés d'amines biogènes analysés lors de ces traitements. Le contrôle d'implantation en utilisant la technique de PCR (RAPD) avec amorces M13 a confirmé nos résultats : en conditions de pH élevé, il y a eu 100% d'implantation des ferments sélectionnés dans les modalités avec co-inoculation de bactéries et de levures œnologiques, tandis que dans toutes les modalités avec ensemencement en bactéries sélectionnées après la fermentation alcoolique, d'autres profils d'ADN de bactéries ont été trouvés.

## CONCLUSION

En conditions de pH élevé, l'ensemencement précoce en bactéries sélectionnées permet la dominance de la souche sélectionnée et un meilleur contrôle sur les populations bactériennes indigènes, sans avoir un impact négatif sur la population levurienne ou la performance de la FA. Un ensemencement précoce en culture starter de bactéries malolactiques, et notamment un ensemencement simultané de levures et de bactéries sélectionnées, permet de réaliser la FML plus rapidement tout en évitant la formation de taux élevé d'amines biogènes, la production d'acide acétique n'étant, quant à elle, pas significativement différente au seuil de 5% pour la modalité co-inoculation. Toutefois, en conditions de pH élevé, les meilleures pratiques de vinification doivent être appliquées : la sélection d'une souche de levure compatible et tolérante à l'alcool ainsi que les meilleures stratégies de nutrition doivent être appliquées afin d'éviter les fermentations languissantes ou les arrêts de fermentation.

### REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement les équipes de recherche qui ont collaboré à ce projet : Maret du Toit et son groupe de recherche (Stellenbosch University RSA), Edmundo Bordeau et ses collaborateurs (Universidad Católica de Chile), Mariana Combina et Ariel Massera de l'Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentine et Carmela Di Meo du Dipartimento Scienze degli Alimenti from the Università di Ancona.

### BIBLIOGRAPHIE

- Beelman, R.B. & Kunkee, R.E., 1985. Inducing simultaneous malolactic-alcoholic fermentation in red table wines. Proc. Aust. Soc. Vitic. Oenol. Sem. on Malolactic Fermentation. Pp 97-112.
- Combina, A., Massera, A., Soria, A., Catania, C., Dalcerio, A. & Krieger, S., 2008. Simultaneous inoculation with yeast and bacteria on Malbec (*Vitis Vinifera*) musts: Effects on fermentation performance, sensory and sanitary attributes of the wines. Paper submitted for publication.

- Du Toit, M., Krieger-Weber, S. & Vagnoli, P., 2007. Proceedings Enoforum 2007, Piacenza, Italy.
- Marcé, M., Brown, D.S., Capell, T., Figueras, X. & Tiburcio, A.F., 1995. Rapid high-performance chromatographic method for the quantification of polyamines as their dansyl derivatives: application to plant and animal tissues. J. Chromatography B 666, 329-335.
- Radler, F., 1963. Über die Milchsäurebakterien des Weines und den biologischen Säureabbau. Übersicht. II. Physiologie und Ökologie der Bakterien. Vitis 3, 207-236.
- Ribéreau-Gayon, J., Peynaud, E., Ribéreau-Gayon, P. & Sudraud, P., 1975. Sciences et Techniques du vin. Traité d'œnologie (Tome 2). Dunod, Paris.
- Van der Merwe, H., Krieger-Weber, S., Loubser & P. du Toit. M., 2006. Proceedings 30th SASEV Conference, South Africa, November 2006.