



HAL
open science

Maîtrise des fermentations alcooliques en flore mixte : vers un nouveau concept technologique en cidrerie et en oenologie

R. Baudin, Jean-Michel Salmon, J.M. Lequéré

► **To cite this version:**

R. Baudin, Jean-Michel Salmon, J.M. Lequéré. Maîtrise des fermentations alcooliques en flore mixte : vers un nouveau concept technologique en cidrerie et en oenologie. Innovations Agronomiques, 2011, 17, pp.255-262. hal-02647135

HAL Id: hal-02647135

<https://hal.inrae.fr/hal-02647135>

Submitted on 29 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

Maîtrise des fermentations alcooliques en flore mixte : vers un nouveau concept technologique en cidrerie et en œnologie

Bauduin R.⁽¹⁾, Salmon J.M.⁽²⁾, Lequere J.M.⁽³⁾

(1) IFPC, Institut Français des Productions Cidricoles, Domaine de la Motte, 35653 Le Rheu cedex

(2) INRA, UMR 1083 « Sciences pour l'Œnologie », 2 pl. Viala, 34060 Montpellier cedex 1

(3) INRA, URC, Domaine de la Motte, 35653 Le Rheu cedex

Correspondance : remi.bauduin@ifpc.eu

Résumé :

Ce projet avait comme objectif final d'apporter aux filières « vin » et « cidre » les moyens pour mieux maîtriser l'étape fermentaire, mais en prenant en compte le risque d'uniformisation excessive liée à une simplification excessive de la flore levurienne. Il s'agissait de comprendre les relations entre les levures des genres *Hanseniasspora* et *Saccharomyces* en conditions cidricoles et œnologiques afin d'envisager leur utilisation en flores mixtes, afin d'obtenir des produits finis plus aromatiques. Les essais pilotes et en ateliers cidricoles ont permis de définir et valider les conditions d'utilisation de la technologie flore mixte jusqu'à une étape pré-industrielle. Sur le plan de l'amélioration des qualités aromatiques des vins, les fabrications réalisées ont montré le potentiel important des souches non *Saccharomyces*. Les dégustations effectuées à plusieurs stades de l'élaboration des vins à l'aide de jurys entraînés montrent que les vins résultants de fermentations en flores mixtes sont appréciés en général pour leur complexité aromatique et leurs caractéristiques gustatives.

Mots-clés: Levures, cultures mixtes, arômes, cidre, vin

Abstract: Optimization of the use of mixed yeast flora for alcoholic fermentation during cider- and wine-making

An increase of the organoleptic properties of wine and cider could be obtained by the use of mixed yeast flora during alcoholic fermentation. This project deals with the use of the couple of *Hanseniasspora* and *Saccharomyces* yeast genus, in order to get such an increase of the aromatic complexity of the final products. After a research of the physiological relationship between both yeast protagonists, the final conditions for using both yeast genus in mixed cultures were developed. Pilot scale and industrial trials of cider-making with such mixed flora were fully successful, and led to more complex ciders in terms of sensory analysis. Their use at an industrial scale was now planned for the next productions. For wine-making, a fine selection of non-*Saccharomyces* yeasts was performed, and led to the selection of very interesting new strains of *Hanseniasspora*.

Keywords: Yeasts, mixed cultures, aroma, cider, wine

Introduction

En œnologie, l'usage de levures sèches actives (LSA), souche pure de levure du genre *Saccharomyces* permet une fermentation bien maîtrisée (régularisation de la production et élimination des défauts) mais reste accompagnée d'une perte de typicité des produits finis. L'usage de flores mixtes de levures *Saccharomyces* et non-*Saccharomyces* permet d'envisager de restaurer une complexité aromatique au produit fini, plus proche de celle observée lors de fermentations spontanées, mais tout en pouvant en

contrôler la fermentation. Il est évident que l'usage des flores mixtes présente d'autres risques en particulier l'instabilité et le manque de reproductibilité liée à la croissance exponentielle de deux organismes en situation de concurrence nutritionnelle. Dans le cas du cidre, en particulier, la fermentation est liée à la maîtrise de deux flores levuriennes différentes, *Saccharomyces* et *Hanseniaspora*, qui reste encore très peu reproductible.

Ce risque de manque de reproductibilité justifiait la nécessité d'une acquisition de connaissances sur la croissance des levures d'intérêt, sur leur besoins en culture pure et surtout sur les principaux mécanismes de leur interaction en cultures mixtes en relation avec la composition des milieux dans lesquels se déroule la croissance. Ces acquisitions de connaissances doivent permettre de lever les verrous qui empêchaient, jusque là, les solutions en flores mixtes. De fait, cette partie « compréhension » concernait principalement la fermentation cidricole, car les phénomènes de concurrence avaient été plus étudiés pour la fermentation œnologique.

Ce projet visait donc à définir les paramètres permettant de réaliser des fermentations par flores mixtes contrôlées (association d'un petit nombre de souches de levures exotiques (non-*Saccharomyces*) aux levures sèches actives (LSA)) en œnologie et en cidrerie pour permettre un gain organoleptique supplémentaire et une diversité des produits fermentés obtenus. A terme, ce projet visait également à disséminer les connaissances et savoir-faire correspondants aux filières cidricoles et vinicoles pour la réalisation de fermentations en flores mixtes (Bauduin, 2007).

2. Démarche utilisée – méthode & outils

L'objectif général du projet est de fiabiliser les fermentations en culture mixte dans le domaine des boissons fermentées. Pour la cidrerie, l'enjeu principal est de passer d'une fermentation subie à une fermentation contrôlée, tout en évitant de perdre l'originalité organoleptique qu'apportent les méthodes traditionnelles. En œnologie, l'enjeu est de fiabiliser l'utilisation des cultures mixtes, technologie peu utilisée en Europe et très empirique dans le reste du monde.

. Cet objectif se décline en plusieurs points :

- une acquisition de connaissances sur le développement des flores à mettre en œuvre (croissance et survie en fonction de la composition du milieu, des conditions et des interactions inter-espèces),
- la détermination au stade pilote des conditions technologiques de mise en œuvre des fermentations reproductibles en flores mixtes et l'étude de l'action des différentes flores sur leurs milieux au cours de la fermentation,
- l'acquisition des bases pour la production industrielle des levains (conditions de production des souches et de leur séchage si possible sous forme de LSA), l'extrapolation des méthodes de conduite des fermentations mixtes aux conditions industrielles, et l'extrapolation des essais pilotes pour l'utilisation de ces associations de levures en caves

3. Résultats obtenus

Filière cidricole

Les travaux sur le couple *Hanseniaspora/Saccharomyces* révèlent principalement une compétition nutritionnelle portant sur la thiamine : les levures du genre *Saccharomyces* voient leur population moyenne réduite par le développement de la levure *Hanseniaspora* lorsque ce facteur de croissance est en faible teneur dans le milieu de culture (Figure 1). La composition du milieu en cette vitamine qui était rarement prise en compte en cidrerie devient donc un élément important de la fermentation. L'interaction inverse existe également mais apparaît plus faible du fait de la proportion élevée de *Hanseniaspora* : elle est fort logiquement opposée, car en situation concurrentielle, les conditions qui

favorisent *Saccharomyces* défavorisent *Hanseniaspora*.

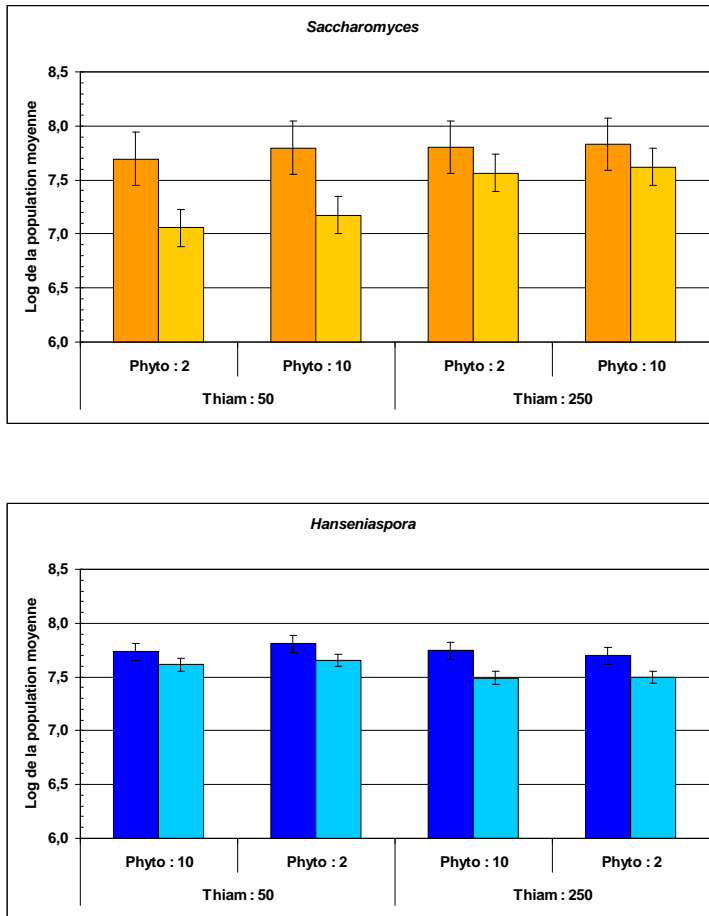


Figure 1 : Effets de la teneur en thiamine (50 µg L⁻¹ et 250 µg L⁻¹) et en phytostérols (2 mg L⁻¹ et 10 mg L⁻¹) sur la population moyenne de *Hanseniaspora*, et de *Saccharomyces* en cultures pures et cultures mixtes. Les valeurs de population moyenne sont exprimées en UFC ml⁻¹ (moyenne et intervalles de confiance). Les barres d'erreur indiquées sur les figures représentent les intervalles de confiance (IC) estimés à partir des expérimentations en flores mixtes (IC = $\sigma \sqrt{n}$. t(ddl = 4, a = 0.05). L'écart type (σ) a été estimé pour chaque levure selon la méthode proposée par Box et Coll sur 4 expérimentations réalisées en double c'est à dire avec un ddl de 4. Pour les croissances en culture pure (sans doubles) nous avons considéré une erreur identique à celle estimée en culture mixte.

Les acquis obtenus sur l'étude des besoins nutritionnels des souches de levure permettent d'envisager un pilotage de la rémanence de *Hanseniaspora*, donc de l'impact aromatique sur le produit, uniquement par le niveau de population inoculé dès lors que la biomasse a été produite dans de bonnes conditions d'oxygénation. Cela permet pour le transfert de la technologie en ateliers cidricoles un pilotage bien plus facile à mettre en œuvre que la maîtrise de l'oxygène en début de fermentation qui à partir résultats pilotes semblait un levier indispensable pour permettre la croissance et le maintien des levures non *Saccharomyces* comme *Hanseniaspora* dans le milieu de fermentation.

Le rendement de production de *Hanseniaspora* a également été évalué en laboratoire dans des conditions proches de la production industrielle : il est proche des standards habituels pour la production de levures sèches actives. Seule la question du séchage reste à finaliser plus précisément par rapport aux contraintes industrielles, mais ce point ne doit pas poser de problème complexe (Figure 2). Tous les verrous liés à production de levain ont été levés. Il est donc raisonnable d'envisager d'intéresser un producteur de levures à la production d'*Hanseniaspora*.

Ce point est très important car il offre la possibilité d'un ensemencement facile à réaliser à l'image de ce qui est déjà réalisé sur les moûts de raisin. Cela va faciliter le transfert de technologie flore mixte en atelier cidricole. Les essais pilotes et en ateliers cidricoles ont permis de définir et de valider les conditions d'utilisation de la technologie flore mixte. Ces conditions sont définies, d'une part, par une procédure de réduction de la flore indigène apportée par les fruits, et d'autre part, par le niveau d'ensemencement en *Hanseniaspora* à réaliser pour induire un effet organoleptique sur le produit fini.

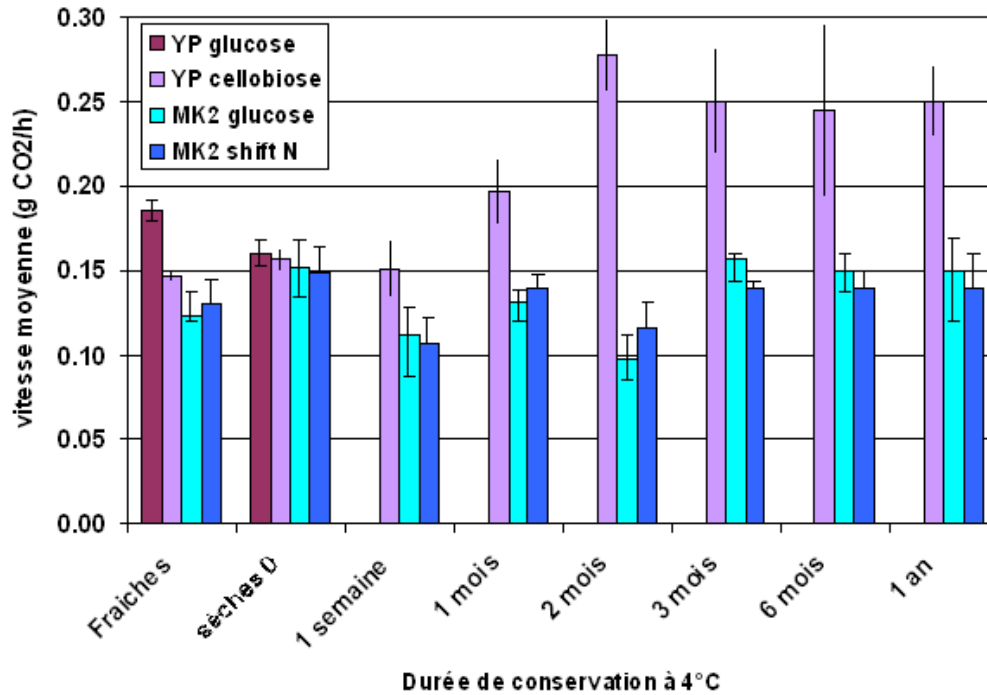


Figure 2 : Effet de la durée de conservation de *Hanseniaspora* HV107 sous forme sèche à 4°C sur ses capacités fermentaires après réhydratation en conditions standardisées.

La caractérisation sensorielle des cidres obtenus à partir de la technologie flore mixte en atelier cidricole a clairement montré le gain en fruité obtenu par rapport aux produits réalisés en flore simple. L'analyse des composés volatils des produits obtenus à partir d'un même moût mais fermenté selon les deux modalités a permis de mettre en évidence quelques composés (acétate d'isoamyle, phényléthanol,...) qui discriminent les deux modalités. Enfin, le retour des professionnels sur les produits issus de la fermentation en flore mixte a été très positif dans le sens où ils vont disposer d'une méthode leur permettant d'augmenter significativement le fruité de leurs produits. Plusieurs possibilités d'utilisation sont possibles : soit un ensemencement mixte dans les produits traditionnels pour obtenir directement un produit plus fruité (ce qui a été étudié), soit l'obtention d'un produit très aromatique qui pourrait rentrer dans la constitution d'un assemblage d'un produit fini.

Filière vin

Dans le contexte vin, la situation de départ était différente. De nombreuses études ont effectivement porté sur la co-fermentation des moûts par à la fois *Saccharomyces cerevisiae* et d'autres espèces non-*Saccharomyces*, le contrôle de la rémanence des espèces non-*Saccharomyces* étant généralement réalisé par des inoculations séquentielles, car ces espèces non-*Saccharomyces* possèdent généralement une forte sensibilité à l'éthanol (Languet *et al.*, 2006 & 2007). Du fait du socle de connaissances déjà acquises, le travail réalisé dans le cadre de la filière vin a porté sur un travail plus en aval du travail réalisé sur le cidre avec une action de screening de souches d'intérêt (aromatique et démalicante) et la mise en œuvre en atelier des souches les plus intéressantes. Une première étape a été l'essai d'introduction d'*Hanseniaspora*, sous les diverses formes sèches produites au cours du projet, lors d'ensemencement mixte en co-culture avec une souche commerciale de *S. cerevisiae* sur milieu réel moût de raisin en conditions pilotes. Cet essai montre que la souche d'*Hanseniaspora* sélectionnée en cidrerie n'est pas une candidate intéressante en œnologie et montre la nécessité de sélection d'autres souches non-*Saccharomyces* d'intérêt.

Sur le plan de l'amélioration des qualités aromatiques des vins, les fabrications réalisées ont montré le potentiel important des souches issues du screening. Les dégustations réalisées à plusieurs stades de l'élaboration des vins à l'aide de jurys entraînés montrent que les vins résultants de fermentations en flores mixtes sont appréciés en général pour leur complexité aromatique et leurs caractéristiques gustatives.

Concernant la démalication, la souche d'*Hanseniaspora occidentalis* issue du processus de sélection possède la capacité de fortement dégrader l'acide malique (Poulard *et al.*, 2007 & 2009) (Figure 3).

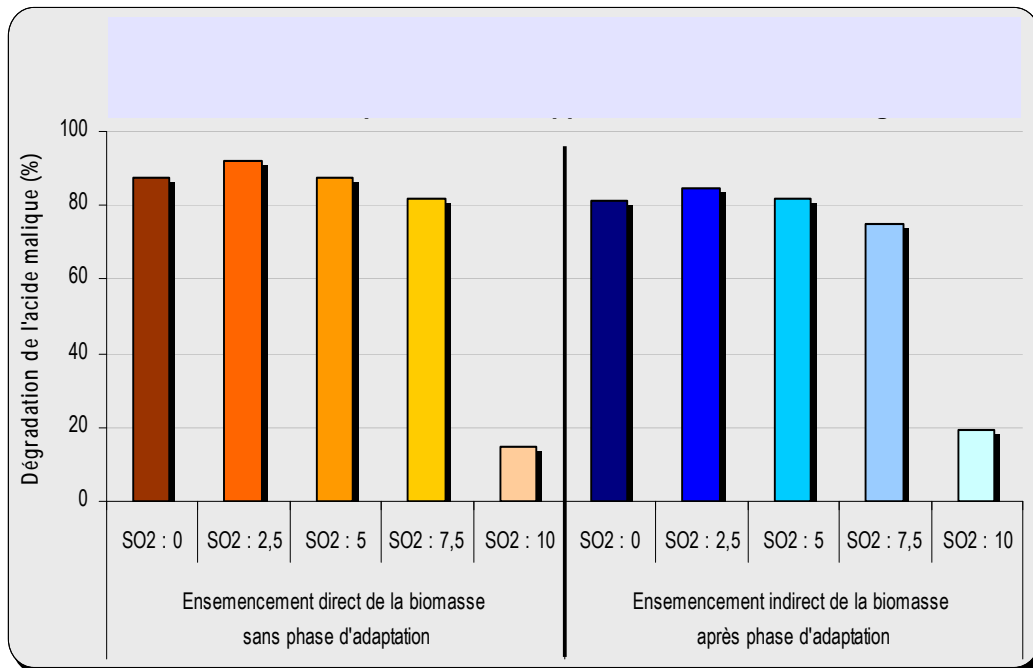


Figure 3 : Pourcentage de dégradation de l'acide malique des moûts par *Hanseniaspora occidentalis* Hoc1 en fonction du mode de préparation et de la quantité de SO₂ apportée (mg L⁻¹)

Son utilisation ne modifie pas les qualités aromatiques des vins blancs secs, pour lesquels elle constitue un outil biologique nouveau et intéressant pour la diminution significative des niveaux d'acidité. Le contrôle de la rémanence de cette souche dans le vin ne pose pas de problème car elle est circonscrite par un faible pouvoir alcoologène (Poulard *et al.*, 2010). Les acquis obtenus sur *Hanseniaspora* ont permis d'irriguer le travail d'optimisation sur les conditions de croissance par l'utilisation de thiamine.

4. Perspectives

Filière cidricole

Sur la campagne 2010, 6 essais en ateliers cidricoles ont été réalisés. Chacun des essais a été mené comme en 2009 avec la comparaison entre un produit issu d'une fermentation en flore simple et d'un produit issu d'une fermentation en flore mixte. Les volumes fermentés, selon les ateliers, ont varié de 20 à 150 hl pour un total fermenté de 500 hl. L'objectif de cette nouvelle série d'essais était double : i) compléter l'expérience acquise en 2009 pour évaluer la robustesse de la technologie sur un nombre plus important de matrices, mais aussi ii) sensibiliser par les produits réalisés l'ensemble de la profession cidricole via les différents réseaux existants (conseillers techniques de terrain, communications de l'IFPC, interprofession...). Pour cette campagne et à partir du transfert des acquis de l'INRA SPO, l'IFPC a pris en charge en interne la production nécessaire de levain de *Hanseniaspora*

sous forme levain liquide. Pour la campagne 2011, 2000 hL sontensemencés chez des élaborateurs industriels.

Filière vin

A l'origine du projet, l'idée d'une utilisation d'une souche identique d'*Hanseniaspora* à la fois en cidrerie et en œnologie, associée à diverses souches de *Saccharomyces* (suivant la filière) était séduisante et aurait gagé d'un intérêt des industriels producteurs de biomasse levurienne pour sa production sous forme sèche. Ce projet a démontré que cette souche, contrairement à ce qui a été observé en milieu cidricole, n'apportait que peu d'impact organoleptique lorsqu'elle était mise en œuvre en co-culture séquentielle en œnologie. Ce projet s'est donc orienté vers la sélection d'autres souches d'intérêt pour la filière vin (Salmon, 2006).

Suite au travail réalisé sur la souche *Hanseniaspora occidentalis* et la production pilote sous forme de levures encapsulées en sous-traitance par la société PROENOL, une convention de partenariat entre l'IFV et la société LALLEMAND SAS pour la réalisation de tests pré-industriels a été signée. Enfin, l'étude d'autres espèces non-*Saccharomyces* de la collection nationale de l'IFV pour la réalisation de fermentations en flores mixtes sera poursuivie.

Conclusions

L'ensemble de ces résultats apporte un éclairage nouveau à l'interprétation des fermentations cidricoles. Des observations antérieures relativement robustes parce que souvent répétées y trouvent une interprétation. Parmi ces observations antérieures, il existait une contradiction entre l'anaérobiose imposée par le système biochimique et la possibilité de croissance de *Hanseniaspora*. En réalité, lors de fermentations spontanées, la quantité de *Hanseniaspora* se situe entre 10^5 et 10^6 germes par ml de moût et ces levures se sont développées au préalable en aérobiose sur les fruits et le matériel. Or nous avons que, dans ces conditions, elles peuvent se développer et se maintenir. Également, nous avons souvent observé que les moûts non clarifiés présentent des vitesses de fermentation plus deux fois plus élevées que les moûts clarifiés. Nos résultats apportent des éléments pour expliquer ces effets des clarifications préfermentaires : Les vitesses de fermentations élevées des moûts non clarifiés s'expliqueraient par l'apport des phytostérols des bourbes qui favorisent les *Saccharomyces* dans les conditions anaérobies des fermentations cidricoles. La clarification produit deux effets contradictoires : l'élimination simultanée des phytostérols et de l'activité poly phénol oxydase (PPO). L'élimination de la PPO rend l'oxygène disponible aux levures et devrait compenser le premier effet mais, en présence d'*Hanseniaspora*, cette dernière profiterait plus de l'oxygène que *Saccharomyces* et pourrait au contraire limiter la croissance de celle-ci en provoquant une carence en thiamine. Nous avons déjà observé par le passé une proportion plus élevée de *Hanseniaspora* dans les moûts clarifiés sans pouvoir l'expliquer. Pour les cidriers, les moûts clarifiés sont également réputés donner des cidres plus aromatiques, ce qui est cohérent avec une croissance privilégiée de *Hanseniaspora*.

Mais au-delà des explications qu'apporte ce travail, ces résultats doivent surtout avoir un intérêt pour maîtriser des fermentations dirigées afin d'obtenir des cidres aromatiques. Le choix des ensemencements initiaux de l'une et l'autre des espèces a été déterminé dans les conditions de production que nous utilisons : un ensemencement plus important en *Hanseniaspora* qu'en *Saccharomyces* permet d'assurer une rémanence suffisante pour avoir un impact aromatique tout en ayant une fermentation correcte. Le recul que nous avons est encore insuffisant et ne pourra être acquis que lorsque nous disposerons de biomasse produite selon un protocole de production définitif. Dans cette optique, les conditions d'ensemencement devront être optimisées en fonction de l'objectif aromatique attendu, mais nous avons d'ores et déjà les bases de la méthode et les moyens de la mettre en œuvre. En ce qui concerne l'oxygène, il apparaît aujourd'hui que son introduction ne sera pas

nécessaire pour piloter les fermentations « classiques », c'est à dire pour l'élaboration de cidres traditionnels. Pour ces fermentations, les cidriers ne souhaitent pas comme les œnologues qu'elles soient rapides et complètes : c'est même souvent le contraire qui est recherché pour des raisons organoleptiques. En revanche, une oxygénation peut s'avérer utile pour fermenter rapidement des dilutions de concentré ou pour préparer des fractions très aromatisées destinées à être assemblées à des fractions plus neutres.

Le rendement de production de *Hanseniaspora* a été évalué en laboratoire dans des conditions proches de la production industrielle, et reste proche des standards habituels pour la production de levures sèches actives. Seule la question du séchage reste à finaliser plus précisément par rapport aux contraintes industrielles, mais ce point ne doit pas poser de problème complexe. Tous les verrous liés à production de levain ont été levés. Il est donc raisonnable d'envisager d'intéresser un producteur de levures à la production de *Hanseniaspora*. Ce point est très important car il offre la possibilité d'un ensemencement facile à réaliser à l'image de ce qui est déjà réalisé sur les moûts de raisin. Cela va faciliter le transfert de technologie flore mixte en atelier cidricole.

Les essais pilotes et en ateliers cidricoles ont permis de définir et valider les conditions d'utilisation de la technologie flore mixte. Ces conditions sont définies d'une part par une procédure de réduction de la flore indigène apportée par les fruits et d'autre part par le niveau d'ensemencement en *Hanseniaspora* à réaliser pour induire un effet organoleptique sur le produit fini. Le contrôle de la rémanence de *Hanseniaspora* initialement envisagé par ajout d'oxygène a été abandonné suite aux résultats obtenus sur les conditions de production de levain de *Hanseniaspora*. Néanmoins, l'outil d'oxygénation développé dans le cadre du projet pourra être utilisé sur d'autres problématiques telles que les fermentations en forte biomasse ou pour l'épuisement de l'azote assimilable dans le cas des produits non pasteurisés. La caractérisation sensorielle des cidres obtenus à partir de la technologie flore mixte en atelier cidricole a clairement montré le gain en fruité obtenu par rapport aux produits réalisés en flore simple. Enfin, le retour des professionnels sur les produits issus de la fermentation en flore mixte a été très positif dans le sens où ils vont disposer d'une méthode leur permettant d'augmenter significativement le fruité de leurs produits. Plusieurs possibilités d'utilisation sont possibles, soit un ensemencement mixte dans les produits traditionnels pour obtenir directement un produit plus fruité (ce qui a été étudié), soit l'obtention d'un produit très aromatique qui pourra rentrer dans la constitution d'un assemblage d'un produit fini.

Du fait du socle de connaissances déjà acquises, le travail réalisé dans le cadre de la filière vin a porté sur un travail plus en aval du travail réalisé sur le cidre avec une action de screening de souches d'intérêt (aromatique et démalicantes) et la mise en œuvre en atelier des souches les plus intéressantes (Salmon, 2007 a&b). Le screening réalisé sur 15 souches non-*Saccharomyces* a permis de sélectionner 3 souches de levures d'intérêt sur leur capacité aromatique. Au niveau des capacités démalicantes, 35 souches ont été étudiées avec au final la sélection d'une seule souche de levure selon des critères à la fois technologiques et organoleptiques. Le criblage de souches de la même collection réalisé sur la matrice moût de pomme (10 souches évaluées) n'a pas été aussi fructueux que sur la matrice moût de raisin, car il n'a pas permis de mettre en évidence une levure non-*Saccharomyces* apportant un intérêt organoleptique supérieur à *Hanseniaspora*.

Sur le plan de l'amélioration des qualités aromatiques des vins, les fabrications réalisées ont montré le potentiel important des souches issues du screening. Les dégustations effectuées à plusieurs stades de l'élaboration des vins à l'aide de jury entraînés montrent que les vins résultants de fermentations en flores mixtes sont appréciés en général pour leur complexité aromatique et leurs caractéristiques gustatives.

Les acquis obtenus sur *Hanseniaspora* ont permis d'irriguer le travail d'optimisation sur les conditions de croissance par l'utilisation de thiamine. Enfin grâce au travail d'optimisation réalisé en pilote au laboratoire avec des conditions maîtrisées, l'ensemencement d'*H. occidentalis* par la technique de

l'ensemencement mixte concomitant est aujourd'hui validée en conditions de vinifications pour les vins blancs secs.

Références bibliographiques

Bauduin R., 2007. Vers un nouveau concept en technologie : Les fermentations en flores mixtes bientôt maîtrisées ? Revue « Pomme à Cidre » 16, 14-16.

Languet P., Aguera E., Samson A., Ortiz-Julien A., Palacios A., Salmon J.M., 2006. Exaltación de las propiedades aromáticas del mosto mediante el uso de especies de levadura no-*Saccharomyces* y *Saccharomyces*. *Enologos*, 43, Septembre-Octobre 2006, pp 22-28.

Languet P., Salmon J.M., Ortiz-Julien A., Pillet O., Vagnoli P., Specht G., Carriles P., Bianchi A., 2007. Sequential use of non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces* yeast to enhance organoleptic properties of wines. 8ème Symposium International d'œnologie (OENO 2007), 25-27 Juin, Bordeaux, France.

Poulard A., Coarer M., Pain A., Bejan V., Vincent B., Ducourthil P., 2007. Utilisation d'*Hanseniaspora occidentalis* pour la démalication des vins blancs secs. Communication au Symposium international d'œnologie de Bordeaux, juin 2007.

Poulard A., Coarer M., Pain A., Popa D., Bejan V., Berger J.L., 2009. Utilisation d'*Hanseniaspora occidentalis* pour la démalication des vins blancs secs. Communication au Congrès International de l'OIV . Juin 2009 Zagreb (Croatie).

Poulard A., Gaina B., Coarer M., Cibotari E., Burusciuk T., 2010. Mise en œuvre des non-*Saccharomyces* en levain mixte dans les fermentations œnologiques. Communication au Congrès International de l'OIV. Juin 2010, Tbilissi, Géorgie.

Salmon J.M., 2006. Valorisation des moûts peu aromatiques par des cultures mixtes de levures. Communication au stage de formation et perfectionnement en œnologie du Centre Technique Interprofessionnel de la Vigne et du Vin (ITV-France): « Molécules désirables et indésirables dans les vins : actualités œnologiques ». 8-9 Février 2006, Ostheim, France.

Salmon J.M., 2007a. Cultivos mixtos de levadura en la fermentacion alcoholica. Revue Internet de Viticulture et d'œnologie (WWW.infowine.com), 3, p 7.

Salmon J.M., 2007b. Cultures mixtes *Saccharomyces* / non *Saccharomyces* en œnologie : nouvelles recherches et développements. Communication au stage de formation continue « Innovation et process œnologique » organisé par la Commission Internationale des Industries Agricoles et Alimentaires (CIIA), 7-8 Juin 2007, Montpellier, France.