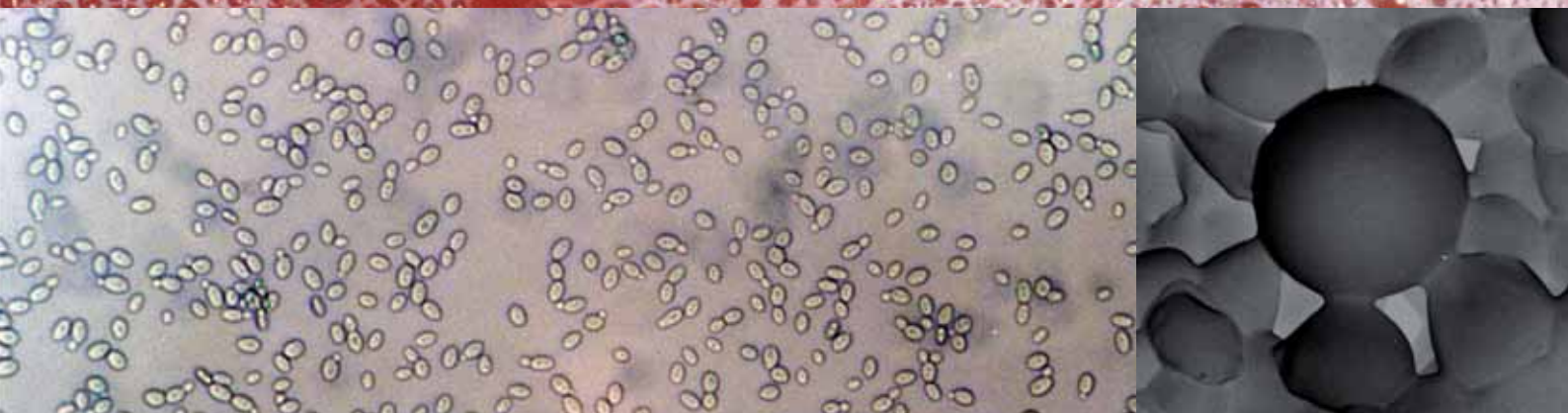


LE VINIÈRE AUBRES

n°18

Maîtrise des fermentations spontanées et dirigées



Sommaire

Les levures : des champignons naturels et sélectionnés	page 4
Les fermentations spontanées : un protocole strict pour leur maîtrise	page 9
Levurage et fermentations dirigées : choix et maîtrise	page 14
L'hygiène en œnologie : maîtrise des populations microbiennes	page 21



J.-L. Berger, IFV

Avant-propos

Confrontée à la concurrence aiguë des pays émergents, la filière vin française doit aujourd'hui adapter son offre à des consommateurs de plus en plus soucieux de la qualité proposée. La segmentation des marchés peut être une réponse adaptée et les outils de la biotechnologie que sont les levures, sont susceptibles d'être des auxiliaires précieux pour la caractérisation ou la différenciation des vins. Face au choix d'un arsenal biologique performant, complexe et encore parfois opaque, ce document présentant un point d'actualité des fermentations alcooliques - qu'elles soient spontanées ou dirigées - permet d'éclairer et d'apporter des solutions concrètes aux professionnels.

Jean-Pierre Van Ruyskensvelde Directeur Général



Institut Français de la Vigne et du Vin

Introduction

La levure est un élément prépondérant dans les itinéraires techniques d'élaboration des vins.

Le changement de comportement des consommateurs à l'égard du vin conduit aujourd'hui la profession à intégrer leur part d'exigences dans les schémas d'élaboration des vins. Le choix des levures, puis leur maîtrise au cours de la fermentation alcoolique sont des étapes cruciales dans l'articulation des process mis en œuvre. Une grande majorité des opérateurs utilisent désormais les levures sélectionnées pour sécuriser les fermentations et marquer le vin sur des critères spécifiques, recherchés par le consommateur (arômes agréables, acidité moindre...). Cependant, une frange grandissante de professionnels - pour des raisons culturelles ou médiatiques - fait le choix de fermentations spontanées.

Quelles que soient les raisons objectives ou subjectives de ces choix, le vinificateur doit maîtriser de manière fiable les conditions de développement de ces flores levuriennes, afin qu'elles puissent durablement exprimer leurs potentialités au cours de la fermentation alcoolique et éviter les accidents et les déviations organoleptiques.

Depuis plus de 30 ans, l'Institut Français de la Vigne et du Vin a développé des techniques microbiologiques pour sécuriser les fermentations et a notamment sélectionné une quinzaine de souches de levures pour la filière viti-vinicole.

Ce document se propose de donner des réponses concrètes aux attentes des vinificateurs, non seulement sur le choix du levurage, mais également sur toutes les conditions opérationnelles que cela implique, tant en amont qu'en aval, pour la réussite de l'implantation des levures dans les moûts de raisin.

Alain Poulard

Responsable levures et fermentation alcoolique



Transport de levures sur une patte de drosophile

A. Poulard, IFV

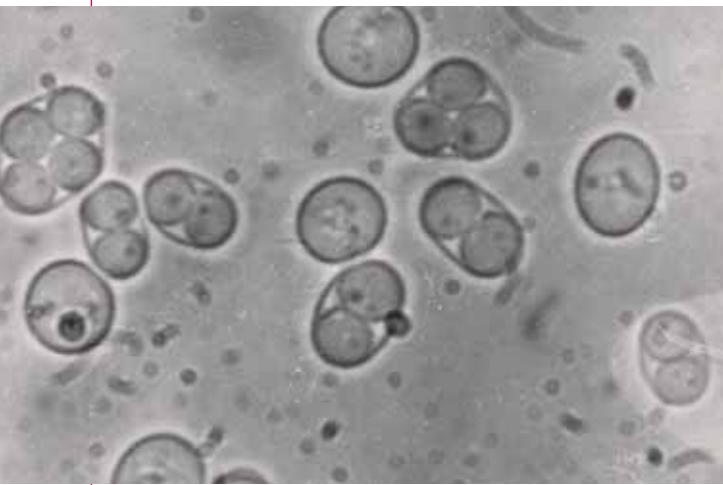


P. Mackiewicz, IFV

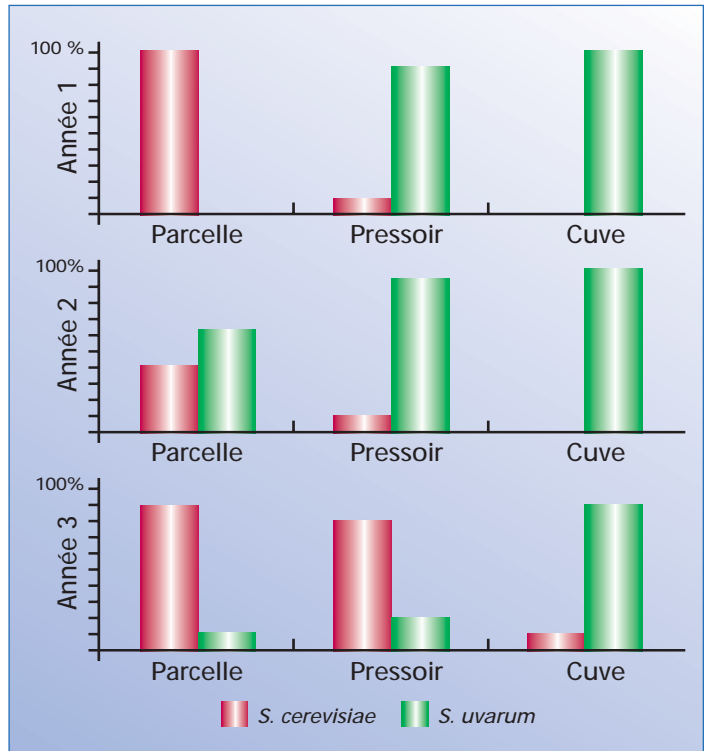
Les levures : des champignons naturels et sélectionnés

La biodiversité de la flore spontanée du raisin et du chai

A la vigne, les populations de levures sont faibles et concurrencées par les moisissures. La plupart des espèces sont oxydatives, c'est-à-dire qu'elles ne transforment pas, ou très peu, les sucres contenus dans le raisin en alcool. On ne trouve que très peu de levures fermentaires de type *Saccharomyces cerevisiae* sur les raisins. Des travaux récents ont montré que les levures œnologiques constituent un groupe spécifique dont l'évolution a sans doute accompagné l'expansion de la vinification. C'est ainsi que dans le moût en fermentation, on ne retrouve pas systématiquement les levures issues du raisin. Des conditions particulières de vinification (à basse température, par exemple) peuvent sélectionner certaines espèces de levures, comme cela a été décrit en Alsace. Par contre, le chai se caractérise par une atmosphère chargée en levures fermentaires et oxydatives.



A. Poulard, IFV



Graphique 1 **Composition des flores levuriennes en début de fermentation (d'après Lollier, 2003)**

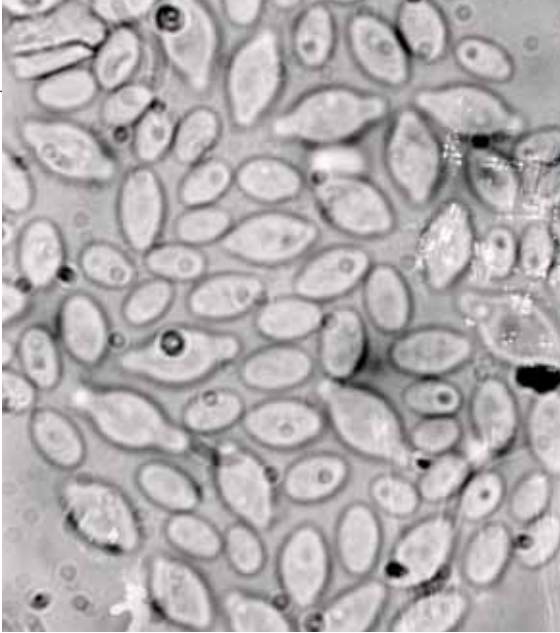
Forme de conservation de *Saccharomyces cerevisiae*

	Majoritaires	Autres
Raisin	<i>Aureobasidium pullulans</i>	<i>Kloeckera apiculata</i>
	<i>Candida famata</i>	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>
	<i>Brettanomyces</i>	<i>Saccharomyces sp.</i>
	Autres levures peu ou non fermentaires (<i>Rhodotorula</i> ...)	
Moût en fermentation	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Kloeckera apiculata, javanica, apis</i>
	<i>Saccharomyces uvarum</i>	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>
		<i>Torulasporea delbrueckii</i>
		<i>Saccharomyces sp.</i>
		<i>Schizosaccharomyces sp.</i>
		<i>Candida famata</i>

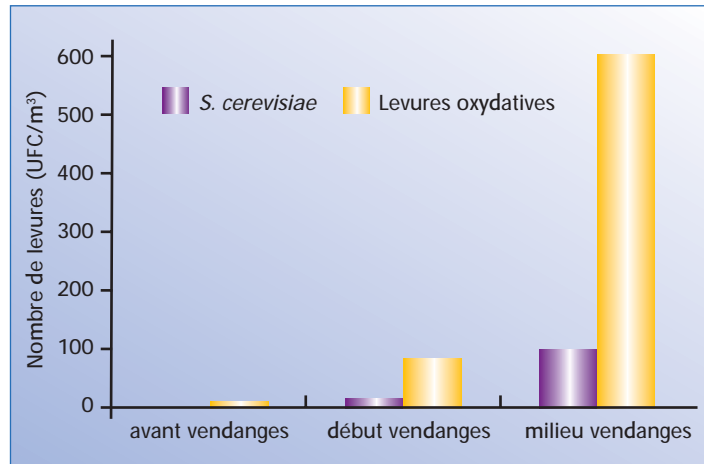
Tableau 1 **Quelques levures isolées des raisins et des moûts en fermentation (d'après C. Cuinier et A. Poulard, 2003)**

A la vigne comme au chai : diversité et variabilité.

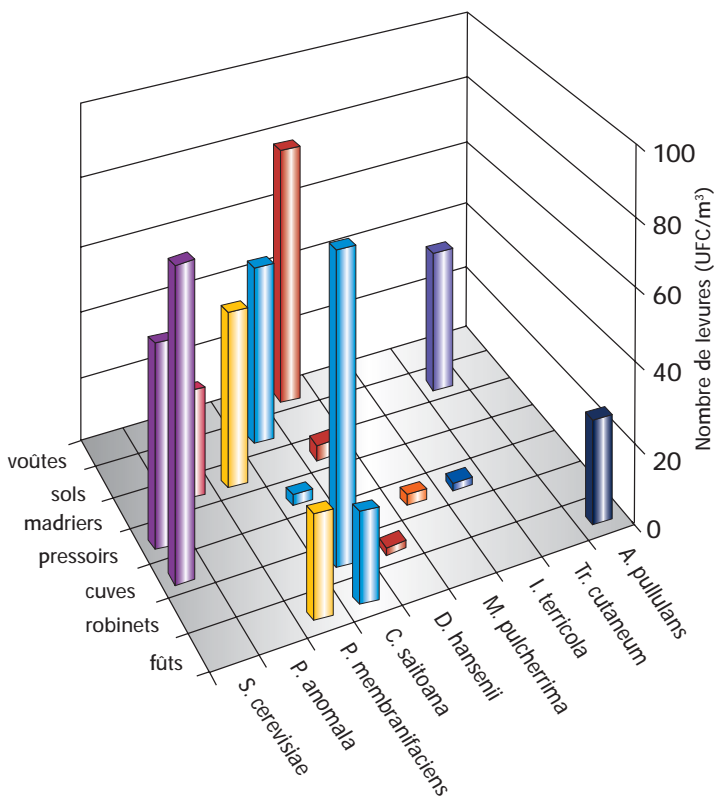
Morvan Coarer, IFV



***Kloeckera apicula* : levure de début de fermentation de faible intérêt technologique**



Graphique 2 **Dénombrement de levures dans l'atmosphère d'un chai (Muscadet, 2001)**

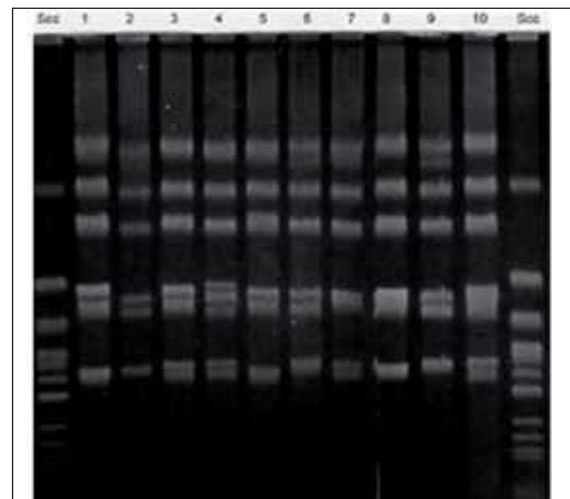


Graphique 3 **Exemple de répartition des différentes espèces de levures dans une cave (d'après Belin, 1979)**

Immédiatement après débordage, se développent différentes espèces de levures apiculées et oxydatives ne produisant que très peu d'alcool : *Kloeckera*, *Candida*, *Metschnikowia*... Après quelques jours, ces espèces sont supplantées par le genre *Saccharomyces* qui assure alors la plus grande partie de la fermentation alcoolique. Les espèces oxydatives peuvent cependant réapparaître de manière sporadique à l'occasion de diverses opérations de vinification : remontage, aération, chaptalisation...

Contrairement à ce que l'on a longtemps pensé, la fermentation spontanée n'est pas une « course de relais ». On observe un nombre important de souches différentes (5 à 20), qui varient au cours de la fermentation et d'une année à l'autre. Les souches minoritaires sont rarement présentes plus d'un jour ou deux et en faible proportion. De ce « pool » ou consortium, émergent progressivement une ou deux souches dominantes. Ces souches dominantes peuvent parfois se maintenir plusieurs années, mais il est plus fréquent d'enregistrer un renouvellement annuel.

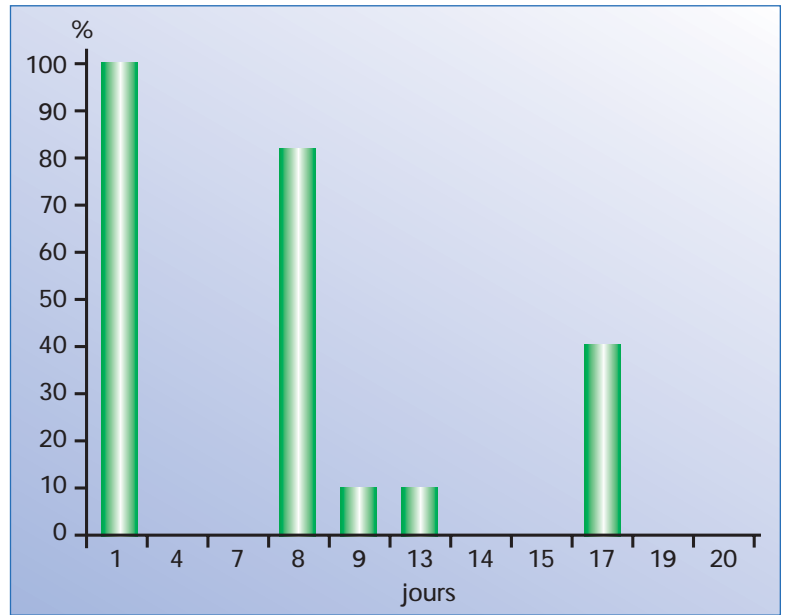
L'évolution des caractéristiques analytiques globales des vins obtenus par fermentation spontanée suit celle de la proportion de la souche dominante, notamment en ce qui concerne le degré alcoolique.



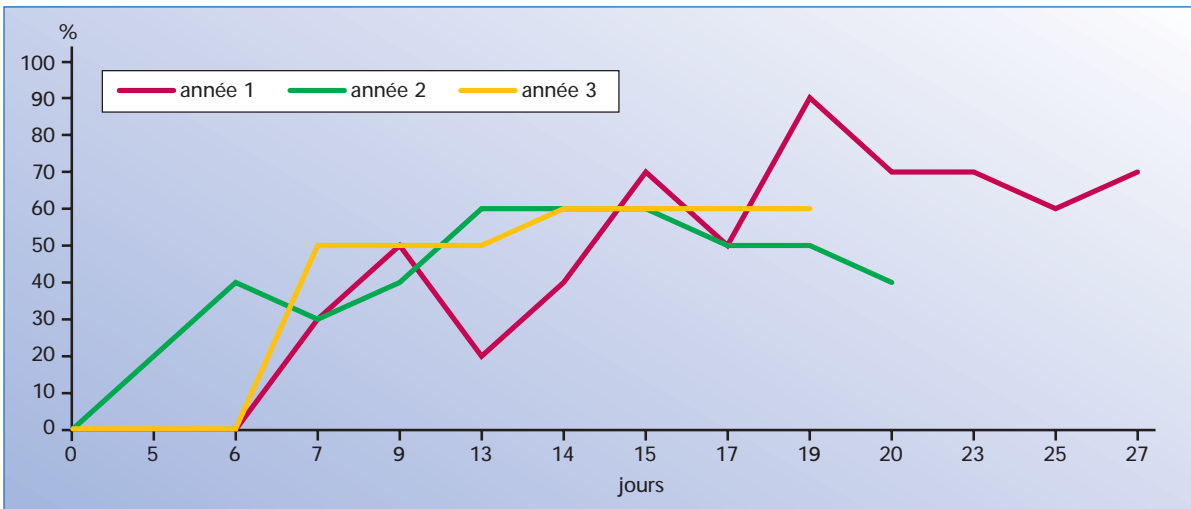
Profil génétique de dix souches de *Kloeckera apiculata* isolées en début de fermentation

M. Coarer, IFV

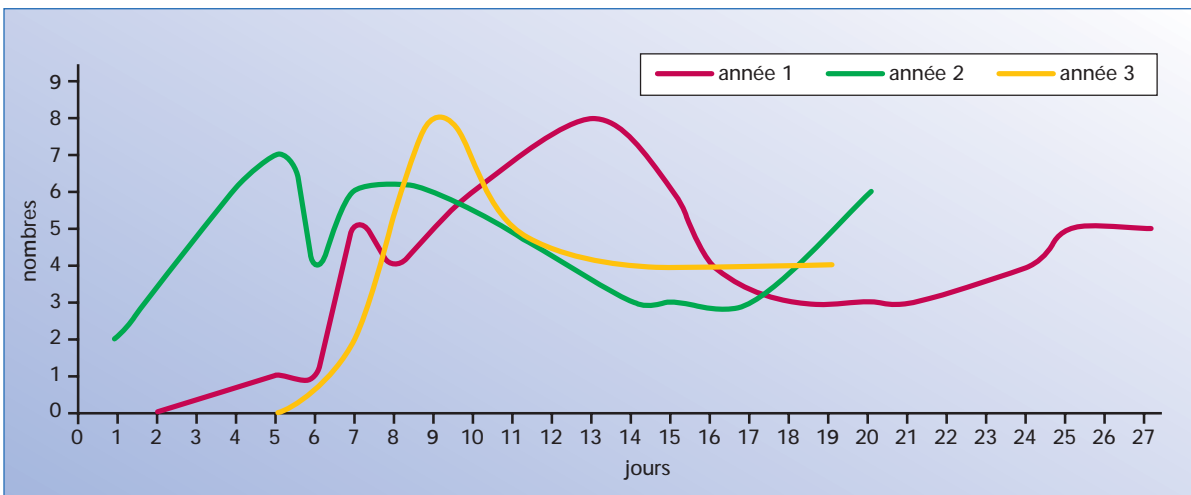
Par contre, les souches minoritaires ne sont pas présentes de manière suffisamment significative, tant en durée qu'en proportion, pour imprimer concrètement leur marque organoleptique. Les travaux menés par l'IFV n'ont pas permis de relier la diversité à la complexité, ni l'apparition de telle ou telle souche à celle de tel ou tel composé. Le seul impact mesuré de l'augmentation du nombre de *Saccharomyces* différentes est l'allongement de la durée de fermentation.



Graphique 4 **Proportion de non Saccharomyces dénombrées dans le moût durant la fermentation alcoolique**



Graphique 5 **Proportion de la souche dominante lors de la fermentation pour trois millésimes consécutifs dans une cuve (dominante différente d'une année à l'autre) 1995 à 1997, Melon B, IFV Nantes**



Graphique 6 **Evolution du nombre de souches différentes durant la fermentation lors de trois millésimes dans une cuve (1995 à 1997, Melon B, IFV Nantes)**

La diversité de la microflore n'est pas synonyme de complexité du vin

Dans tous les cas, notamment en raison du développement précoce et important de *Kloeckera apiculata*, la fermentation spontanée s'accompagne d'une augmentation de l'acidité volatile par rapport à une fermentation induite. Sans être obligatoirement néfaste, cela peut être handicapant, tant au niveau de l'agrément qu'à celui de la commercialisation. Si les fermentations

spontanées peuvent souvent se dérouler sans aucun problème, dans environ 30 % des cas on assiste à des fins de fermentations difficiles et languissantes. Contrairement aux accidents de fermentations, ces situations sont difficiles à corriger et ont des conséquences aromatiques impliquant des dépréciations plus ou moins fortes.

	Nombre de lots	Acidité volatile (gH ₂ SO ₄ /l)	Acétate d'éthyle (mg/l)	Degré acquis (% vol)
<i>Kloeckera apiculata</i>	70	0,80	383	3,0
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	165	0,43	38	12,7

Tableau 2 **Composition moyenne des moûts fermentés avec une souche pure, en fiole de 250 ml en conditions identiques (IFV SICAREX Beaujolais, 2003)**

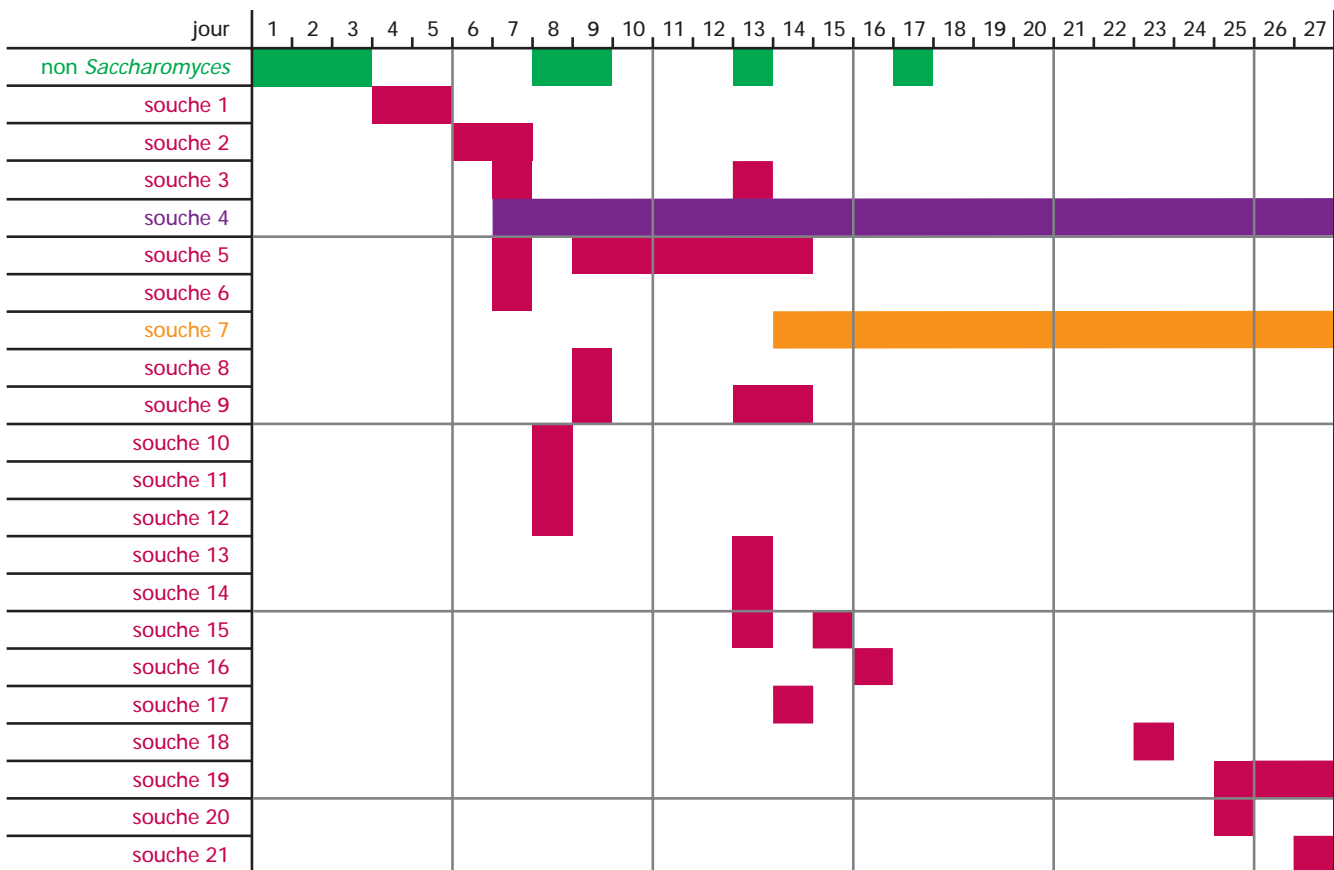


Tableau 3 **Exemple de diversité levurienne inter et intra spécifique au sein d'une même fermentation**

E. Vinsonneau, IFV



La fermentation spontanée n'est bien sûr pas responsable de tous les problèmes susceptibles de se présenter. Elle est réalisée par un consortium microbien difficilement contrôlable. Mal maîtrisée, elle laisse le champ libre à de multiples complications. La fermentation spontanée constitue donc, dans tous les cas, un risque qu'il convient de bien calculer et de prendre en connaissance de cause...

Microvinifications pour les études microbiologiques de l'IFV

année	nombre de souches	durée de la fermentation (jours)
1995	21	27
1996	16	17
1997	17	18

Tableau 4 **Diversité levurienne et durée de fermentation. Melon B, SICAREX du Pays Nantais**

Graphique 7 **Relation entre la proportion de la souche dominante et l'avancée de la fermentation alcoolique (exemple d'une fermentation de Melon B suivie en 1995)**

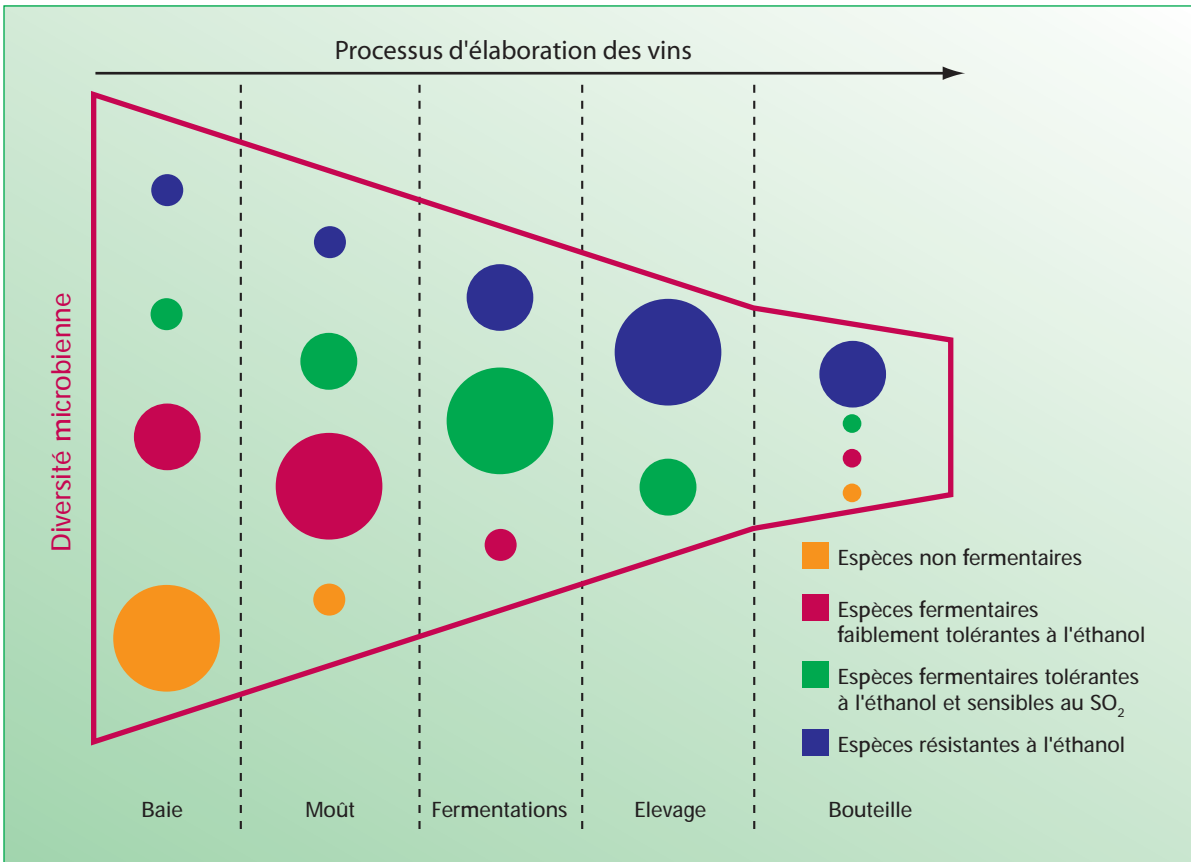
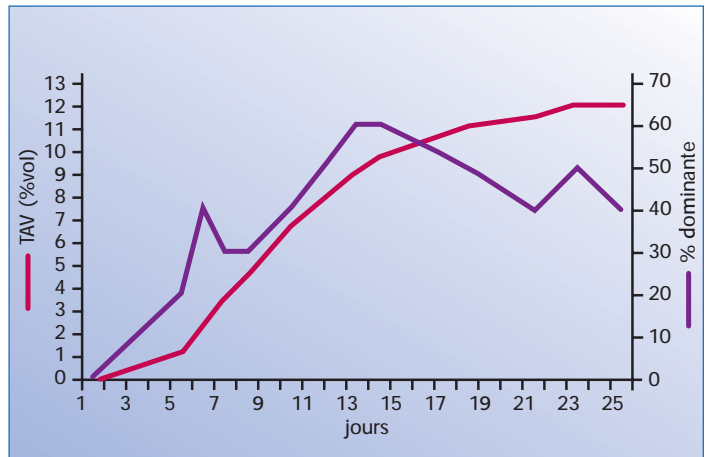
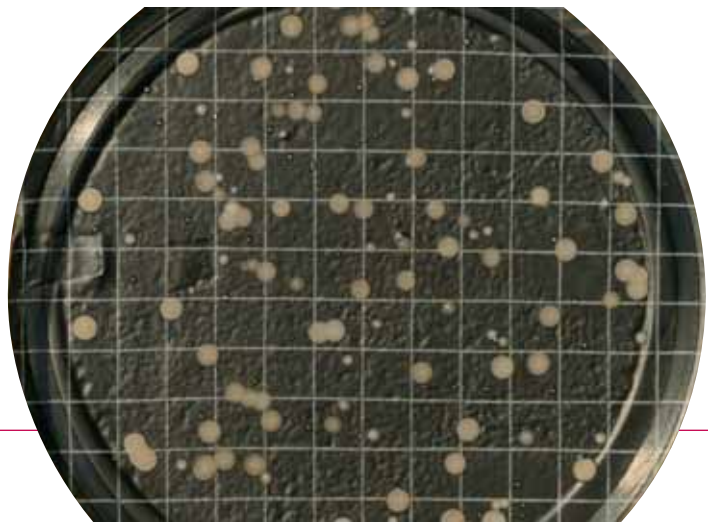


Figure 1 **Proportions des différentes catégories d'espèces de levures de la baie de raisin au vin en bouteilles (d'après Renouf et al., 2006)**

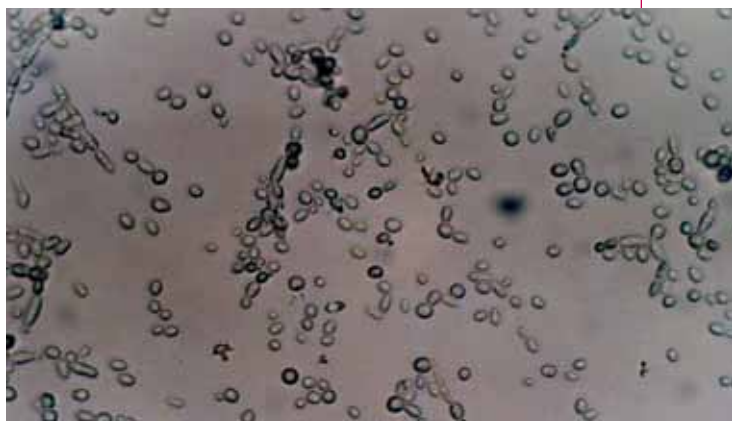
Comme nous venons de le voir, la microflore levurienne spontanée indigène varie de manière importante d'une parcelle à l'autre, d'un chai à l'autre, d'une cuve à l'autre, d'une année à l'autre. Il est bien difficile, dans ces conditions, de la considérer comme un élément objectif du terroir. Il n'y a sans doute pas de levure de « terroir ». Par contre, le terroir, tout comme les pratiques culturelles et la climatologie du millésime, a sans doute un impact plus ou moins direct sur la structure globale de la microflore levurienne.

Dénombrement des unités formant colonies dans les laboratoires IFV



Les fermentations spontanées : un protocole strict pour leur maîtrise

La flore levurienne engagée dans les fermentations spontanées présente généralement une grande complexité. Initialement localisée sur la cuticule de la baie de raisin, elle s'enrichit progressivement par contact de la vendange avec le matériel de transport et au cours des opérations de convoyage et de traitement à la cave. Dans ce cortège floristique composite, où bactéries lactiques, bactéries acétiques et moisissures se retrouvent, la présence inopinée de levures sélectionnées contaminant les substrats (tels que les matériels...) en amont ou dans la cave ne peut être exclue. Ces levures sont rescapées des utilisations antérieures.



A. Poulard / IFV

Flore indigène composite du moût

Fermentations en flores spontanées

En fermentation spontanée, la flore levurienne est imposée par la nature. Parfois, elle permet une vinification sans incident lorsqu'elle est bien adaptée. Dans d'autres cas, certaines levures

présentant des défauts œnologiques sont dominantes pendant au moins une phase de la fermentation. Des défauts, liés à certaines levures indigènes, figurent dans le tableau 5.

Accidents constatés	Levures impliquées
Fermentation incomplète	<i>Saccharomyces</i>
Production importante de SO ₂	<i>Saccharomyces</i>
Goût de réduit (H ₂ S, mercaptan)	<i>Saccharomyces</i> <i>Schizosaccharomyces</i>
Production importante d'acétate d'éthyle, d'acide acétique (ascence)	<i>Hanseniaspora</i> <i>Kloeckera</i> <i>Hansenula</i> <i>Metschnikowia</i>
Désacidification importante	<i>Schizosaccharomyces</i>
Mauvais goûts, odeur de bergerie (phénols volatils), odeurs de cuir, de gouache	<i>Dekkera</i> <i>Brettanomyces</i>
Production importante d'acétaldéhyde (éthanal)	<i>Saccharomyces</i> <i>Saccharomycodes ludwigii</i>
Formation d'écume	<i>Saccharomyces</i>

Tableau 5 **Exemples de défauts induits par des levures indigènes**

La réussite de fermentations spontanées nécessite la mise en œuvre et la maîtrise totale de moyens appropriés :

- choisir une vendange de qualité sanitaire indiscutable,
- maîtriser les triturations de la vendange et les délais avant l'encuvage,
- rechercher un niveau d'hygiène élevé des locaux, couplé à l'utilisation de matériels de vinification, si possible spécifiques,
- retenir de préférence les premiers lots de vendanges récoltés, la pression microbienne étant moins forte dans les locaux et sur le matériel œnologique,

- adapter le sulfitage (3 à 5 g/hl) pour sélectionner les souches de levures les plus performantes.

Pour la vinification en blanc, après débouillage et en l'absence de l'introduction d'un pied de cuve, le temps de latence avant le départ en fermentation peut parfois atteindre plusieurs jours, augmentant ainsi les possibilités de contaminations (aéroportées, par contact...). Dans la cave, l'utilisation de matériels non spécifiques (pompes, tuyaux) pour les opérations de remontage et les drapeaux pour maîtriser la température reste un maillon sensible pour la maîtrise globale des pollutions.

Fermentations à l'aide d'un pied de cuve

L'inoculation des moûts avec des pieds de cuve vise à :

- pallier la déficience de la microflore naturelle induite par l'apport de SO_2 ou d'éventuels résidus de produits phytosanitaires présents dans le moût par l'apport d'une flore déjà acclimatée de manière à initier plus rapidement le démarrage en fermentation,
- éviter l'attente de la phase de pré-multiplication, ce qui laisse donc peu de chance au développement de micro-organismes d'altération. Le consortium levurien choisi pour le développement du pied de cuve doit être de valeur technologique indiscutable pour assurer

une fermentation harmonieuse et complète. A défaut d'avoir une connaissance précise de la flore impliquée, il convient de choisir pour la réalisation du pied de cuve une vendange issue des parcelles dont les moûts ne présentent généralement pas de difficultés en fermentation spontanée. Au même titre que les fermentations spontanées, les levains destinés à la mise en œuvre de pieds de cuve doivent favoriser le développement des souches de *Saccharomyces cerevisiae* mais elles peuvent être aussi occasionnellement contaminées par des levures sélectionnées si elles sont présentes ou utilisées dans les mêmes installations.

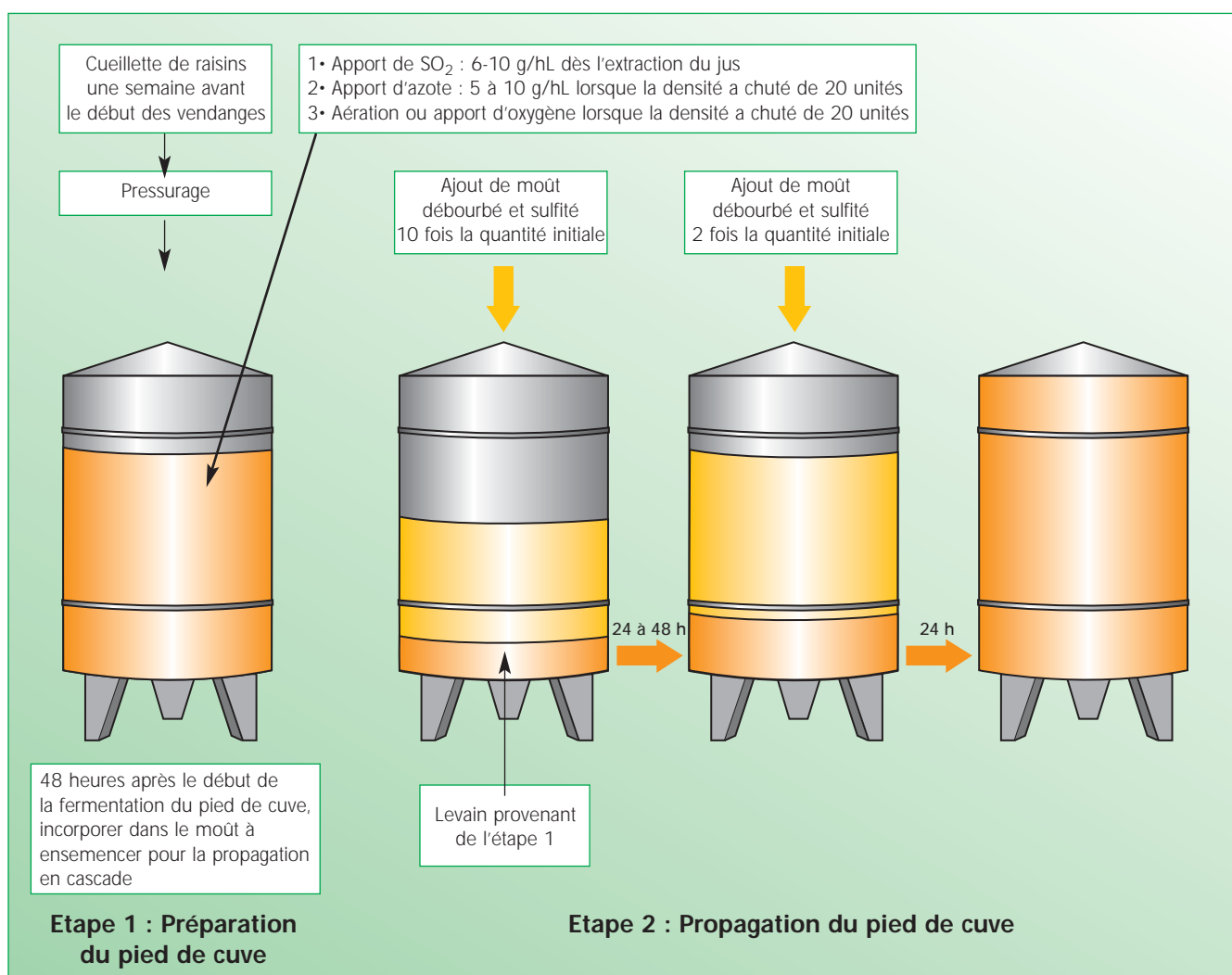


Figure 2 Les deux étapes de l'ensemencement par pied de cuve

L'addition d'un levain issu d'un pied de cuve a pour but de favoriser les levures spontanées afin qu'elles restent dominantes pendant toute la durée du processus fermentaire. Elles doivent prendre le pas sur les souches de levures dites « indésirables » et éviter l'intervention prématurée des bactéries lactiques.

La propagation généralisée des levains liquides tels qu'ils étaient pratiqués il y a encore 60 ans n'a pas fait l'objet de travaux récents.

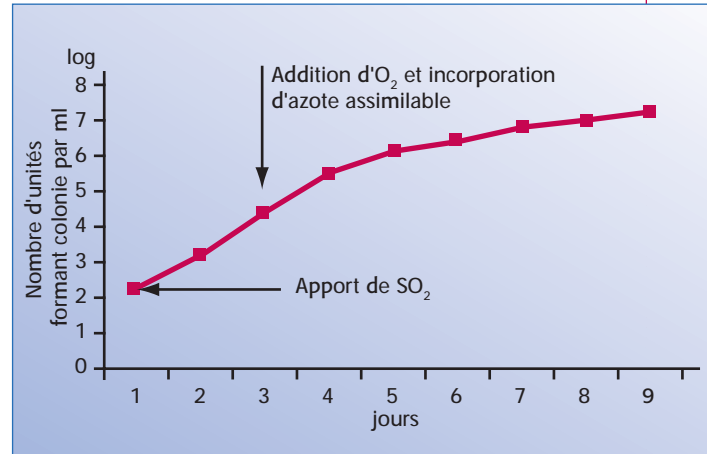
Des contraintes importantes pour un succès aléatoire.

Cohabitation entre fermentations dirigées et fermentations spontanées

Dans certaines structures, où le vinificateur conduit dans un même local des fermentations dirigées (avec ajout de pied de cuve ou de levures sèches actives) et spontanées, les risques de contamination deviennent très élevés.

Afin de réduire au maximum les possibilités de contaminations dans les locaux de cuverie, quelques règles de base doivent être mises en œuvre :

- disposer si possible d'un local spécifique pour conduire séparément fermentations spontanées et dirigées,
- utiliser également dans chaque local les pompes, les tuyaux comportes et en général le petit matériel servant pour le chargement en moût des cuves, les soutirages et les chaptalisations,
- pour les maîtrises thermiques, envisager un équipement spécifique par cuve.



Graphique 8 **Evolution de la population levurienne totale dans un moût en début d'une fermentation dont la durée totale est de 21 jours**

La réussite du levurage est conditionnée par l'utilisation des levains lorsque les cellules sont dans un état physiologique favorable à leur développement. L'idéal est de réaliser l'ensemencement vers la fin du stade de multiplication afin de concilier l'état d'activité avec une densité cellulaire suffisante. Ces conditions sont en général obtenues 24 à 48 heures après le premier dégagement gazeux suivant l'ensemencement.

Contrairement à l'inoculation des levures sèches actives (LSA), l'utilisation des levains indigènes ne permet pas d'obtenir une bonne reproductibilité de la flore des moûts inoculés et donc une constance de qualité dans les vins, laissant une grande part à la compétition entre souches et au hasard des contaminations dans les chais (figure 3).

Prélèvements de moûts pour analyses microbiologiques



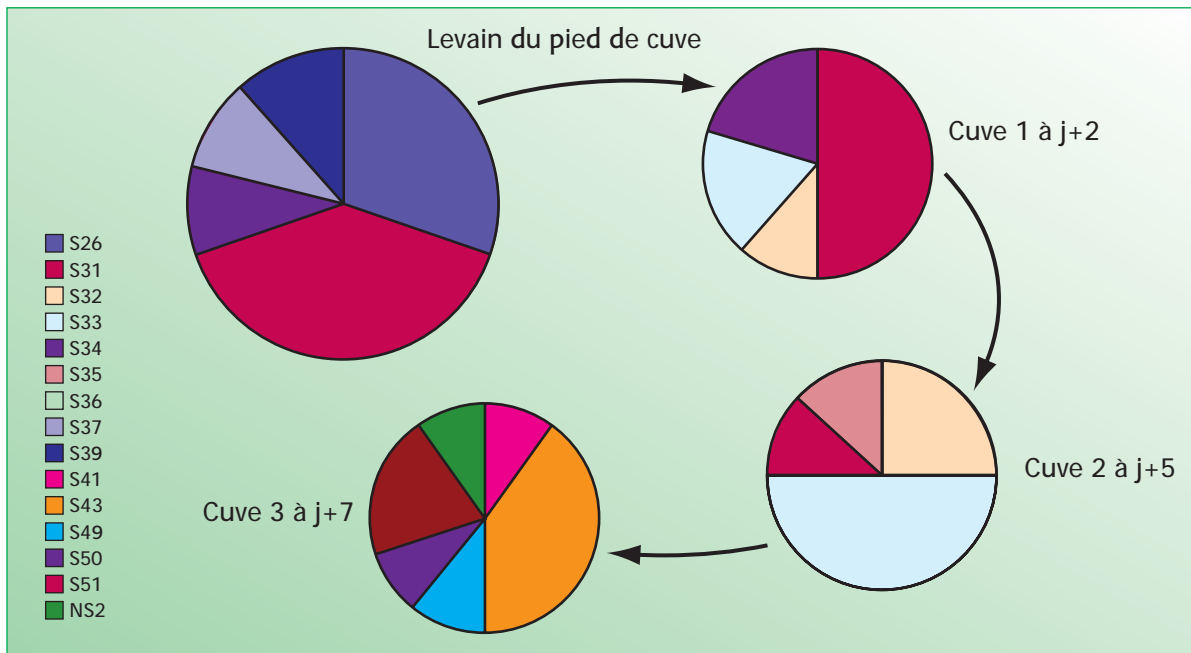


Figure 3 *Flores composites de moûts de Muscadet ensemencés avec le levain du pied de cuve*
 S = Saccharomyces, NS = non Saccharomyces

Des contraintes économiques supérieures par rapport à l'utilisation des levures sélectionnées

Cet aspect est relativement difficile à chiffrer dans le sens où avec l'utilisation des levains indigènes, des contraintes particulières interviennent dès la phase pré-fermentaire jusqu'en fin de vinification. Le tableau 6 résume l'ensemble des sujétions liées au mode de levurage. Globalement, le levurage direct assure une régularité en terme de qualité intrinsèque des produits. Dans le cas de la mise en œuvre d'un levain indigène, les contraintes techniques sont telles que le manque de rigueur et de professionnalisme peuvent

aboutir à des résultats très insuffisants, conduisant à une perte de valeur marchande très préjudiciable pour l'élaborateur. Cette dernière technique doit être privilégiée pour la réalisation de cuvées spéciales ne mettant en œuvre qu'un volume minoritaire au sein de l'exploitation.

Le prix des LSA se situe entre 21 à 46 euros HT par kg, selon les souches. Les doses d'emploi étant comprises entre 10 et 20 g/hl, le coût de leur utilisation ramené au litre de vin est compris entre 0,01 et 0,09 euro.

Remontage avec aération en début de fermentation



Stade d'élaboration	Utilisation des LSA	Utilisation d'un levain indigène
Réalisation du levain	-	Récolte anticipée (8 à 10 jours) et surveillance de la croissance.
Pureté de l'inoculum	Contrôlé et reproductible	Le moût de raisin est chargé de manière variable en populations de micro-organismes. L'implantation d'un levain est possible mais non garantie.
Phase de latence	Liée à la souche utilisée, aux facteurs du milieu et aux conditions de production des LSA	Quasiment absente si les conditions de milieu (sucres, SO ₂ , température...) du levain et du moût à ensemercer sont proches.
Incorporation des souches	Mise en œuvre aisée, volumes faibles à utiliser ne nécessitant pas de pompes	Le respect des contraintes est plus délicat : utilisation de pompes, de tuyaux et de cuvons. Temps de travail plus important en raison d'une multiplication en cascade.
Reproductibilité	Constance dans la maîtrise ; qualité des LSA constante ; inoculum toujours réalisé avec une population connue	Le niveau de population est variable et dépend de l'état physiologique des souches. Difficulté d'obtenir un inoculum aux caractéristiques constantes, la population et le nombre de souches évoluant au gré des repiquages.
Hygiène	Les sources de contamination sont faibles (bac de réhydratation)	C'est la contrainte la plus lourde : l'utilisation de grandes cuves pour préparer les pieds de cuve pendant des laps de temps conséquents, l'utilisation de pompes et tuyaux pour les transferts multiplient les risques de contamination. Un plan d'hygiène rigoureux est indispensable. Les moyens à mettre en œuvre sont quasiment doublés pour assurer au minimum la pureté des levains.
Niveau de population apportée	A la dose de 10 g/hl, les populations apportées sont régulières (1 million de cellules/ml)	Il faut apporter au minimum 5 % du volume de la cuve en levain pour assurer un départ en fermentation du moût.
Contrôle d'implantation des souches	Possibilité de vérifier l'implantation de la souche de levure mise en œuvre par les outils de la biologie moléculaire	Absence de maîtrise.
Respect de la matière première	Les faibles volumes de LSA respectent les efforts de sélection de la vendange	Le volume de 5 % apporté ne possède pas forcément le même niveau qualitatif que la matière à ensemercer. L'ajout du levain en vinification en rouge peut conduire à une dilution de la couleur.
Contraintes de main d'œuvre	Coût facilement mesurable ; opération nécessitant peu de main d'œuvre et de matériel de cave	Le coût réel est difficilement calculable, les coûts en main d'œuvre et en matériel sont quasiment doublés et l'inoculation du levain est beaucoup plus contraignante.
Qualité des vins obtenus	Régularité de la qualité des produits obtenus (écrépage des défauts liés à une mauvaise mise en fermentation)	Incertitude de la qualité des levains susceptible de conduire à des problèmes d'achèvement de la fermentation, avec une possible perte de qualité (faux goûts, piquère) et de valorisation (label) pour le produit.

Tableau 6 *Comparaison fermentation spontanée / fermentation dirigée sur les points-clés de la vinification*

Levurage et fermentations dirigées : choix et maîtrise

Un choix mûrement raisonné

L'étape de la décision de leverer franchise, le choix de la levure reste à réaliser. Compte tenu du nombre important et toujours croissant de levures disponibles sur le marché français, soit autour de 250 références en 2007, la prise de décision n'est pas évidente. En effet, le choix est loin d'être anodin : maintes expérimentations ont prouvé que les vins issus d'une même récolte fermentée par des levures distinctes, dans des conditions identiques par ailleurs, peuvent être très différents. Il faut donc sélectionner avec soin la souche de

levure adaptée, en prenant en compte les critères les plus objectifs possibles, au risque sinon, de se voir « imposer » un choix basé sur des arguments commerciaux plus ou moins vérifiables mis en avant par les distributeurs. Il faut également éviter d'agir par habitude : une levure bien adaptée pour un millésime donné peut s'avérer peu performante, voire très décevante, pour le suivant, tant la composition des raisins peut être variable. Enfin, il faut avant toute chose, bien cerner ce qu'on attend de la levure utilisée.

Une offre abondante et séduisante

Plusieurs catégories de levures sont proposées sur le marché pour répondre à ces différentes exigences. Les principales sont les suivantes :

Catégories de levures	Usage
Starter	Assure une mise en fermentation rapide du moût
Spécifique	Assure la totalité de la fermentation pour conférer une qualité particulière au vin
Régionale ou de terroir	Levure spécifique dont la qualité conférée au vin correspond à une AOC ou un groupe d'AOC
De cépage	Optimise les qualités du vin liées au cépage
Reprise de fermentation	Destinée à la reprise de fermentation dans le cas d'un arrêt ou d'un fort ralentissement
Prise de mousse	Sert à réaliser la prise de mousse des vins effervescents

Tableau 7 Principales catégories de levures sélectionnées pour l'œnologie

Les **levures « starter »**, en lançant rapidement la fermentation alcoolique, ont pour but d'éviter les altérations chimiques et microbiologiques des moûts avant fermentation. Leur grande robustesse assure des cinétiques fermentaires harmonieuses et très sécurisées, notamment au niveau des achèvements. Elles permettent également de libérer rapidement les cuves de fermentation et ainsi, de faciliter la gestion des apports de vendanges dans les chais de grande taille en particulier.

Les **levures spécifiques** confèrent aux vins des propriétés particulières en terme d'arômes, de structure, de couleur, d'acidité...

Les **levures régionales** ou de **terroir**, initialement sélectionnées en vue de leur

utilisation dans une région viticole comprenant une AOC ou un groupe d'AOC, peuvent être utilisées dans d'autres régions, sous réserve d'essais préalables.

Les **levures de cépage** sont adaptées à un cépage spécifique. Cependant, si elles ont été convenablement testées, elles peuvent être mises en œuvre pour vinifier des moûts issus d'autres cépages.

Les **levures de reprise de fermentation**, aptes à s'implanter dans des vins qui ont subi un arrêt de fermentation, sont capables de fermenter des vins contenant au moins 13 % vol. d'éthanol jusqu'à leur terme. Ces levures appartiennent à l'espèce *Saccharomyces cerevisiae*.

A. Poulard, IFV



Différents emballages
de LSA commercialisées

Les **levures de prise de mousse**, employées pour la fermentation des vins de base dont la teneur en éthanol est comprise entre 10 et 11,5 % vol., supportent les contraintes de la pression et satisfont aux exigences du remuage par une floculation sans adhésion au verre de la

bouteille. Elles contribuent à la production d'une mousse fine et d'arômes spécifiques de ce type de vins. Ces caractéristiques sont obtenues au cours de l'exorsorption et de l'autolyse, se déroulant après la prise de mousse, pendant le séjour sur lattes ou sur pointes.

Une information à décrypter judicieusement

La plupart des grands distributeurs de levures possèdent des sites internet sur lesquels ils proposent des systèmes d'arborescence permettant aux vificateurs de faire le choix de la souche la mieux adaptée au sein de leur gamme. Ce mode de recherche a le mérite d'être simple à utiliser, à condition d'en consulter plusieurs. L'acheteur doit toujours conserver un esprit critique vis-à-vis des arguments avancés et des choix proposés. Par ailleurs, il faut souligner qu'une même souche de levure peut être commercialisée par différents distributeurs, voire par un même distributeur sous des noms commerciaux différents.

Aussi judicieux que soit le choix de la souche de levure, il convient ensuite, pour en tirer le meilleur, de respecter au mieux les instructions de mise en œuvre du distributeur, la plupart du temps indiquées sur le paquet.

En œnologie, les levains sont essentiellement distribués sous forme de levures sèches actives. Les présentations en crème ou en liquide n'étant utilisées qu'au stade expérimental ou pour des levures détruites par le séchage, comme les *Schizosaccharomyces*.

Pour la réalisation des étapes fermentaires, les élaborateurs et les œnologues qui les conseillent rencontrent parfois des difficultés pour choisir judicieusement les souches de levures les mieux adaptées à leur stratégie. Depuis 1994, l'IFV propose aux professionnels de la filière un catalogue presque exhaustif des préparations levuriennes commercialisées en France : « Choix et emploi des micro-organismes en œnologie ». L'IFV va mettre en ligne cette présentation actualisée sur son site www.vignevin.com, véritable clé permettant le choix approprié d'une souche de levure en vue d'une application précise.

Les objectifs du levurage

Le levurage vise une meilleure maîtrise de la fermentation alcoolique. Il permet d'introduire en grande quantité une souche sélectionnée pour sa capacité fermentaire et sa bonne résistance à l'éthanol. Il peut être pratiqué par apport de levures sèches actives ou par pied de cuve. Le jus de raisin ou moût non fermenté est facilement colonisé par les levures indigènes toujours présentes. Pour réussir le levurage, la population viable apportée par le levain doit être au moins dix fois supérieure à celle des levures indigènes. Juste après levurage, la population en levures sélectionnées dans le moût doit atteindre 1 à 3 millions de cellules viables par millilitre. Il convient d'incorporer le levain au moment où la population indigène est faible et ne contient pas de SO₂ libre en quantité importante. Dans le cas de la vinification en rouge, l'apport de levures s'effectue sur la vendange entière, dès l'encuvage. Un remontage d'homogénéisation est souhaitable pour la réussite de l'implantation des LSA.



A. Poulard, IFV

Différentes granulométries de LSA

Les conditions de mise en œuvre

Les facteurs favorisant l'efficacité du levurage sont :

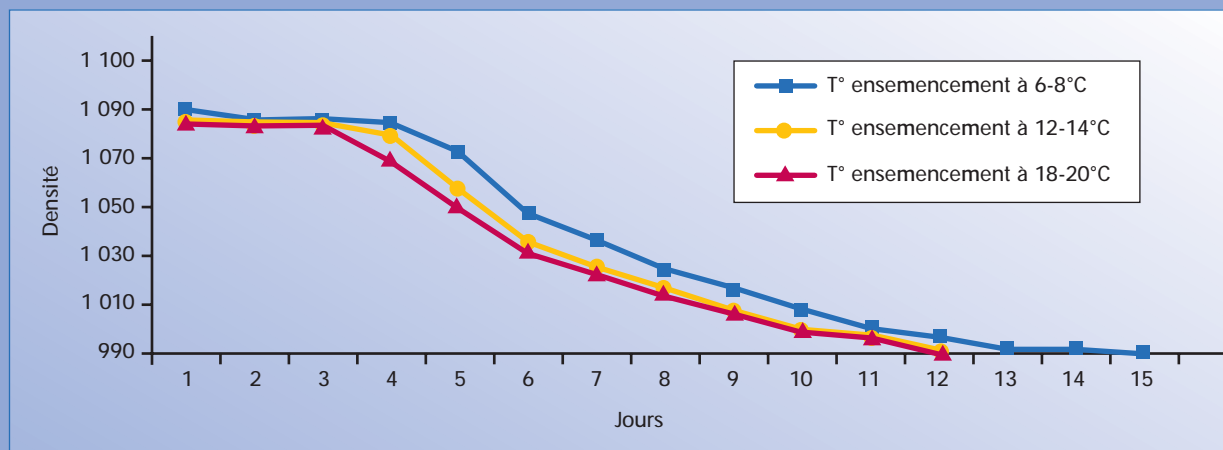
- une hygiène du matériel de récolte et de chai
- une précocité du levurage
- un levurage cuve par cuve
- un débouillage du moût par le froid et par le SO₂ à dose modérée (cas des jus blancs et des rosés)
- un ajout du levain à un moût ou à une vendange dont la température est supérieure à 15°C ⁽¹⁾

- une aération après une chute de densité d'environ 20 points.

Par exemple, pour un jus dont la densité initiale est de 1 095, il est recommandé d'aérer le moût lorsque sa densité est descendue à 1 075.

- un ajout du levain décalé avec l'apport de SO₂.⁽²⁾

⁽¹⁾ Des essais réalisés en 1995 ont montré qu'un levurage réalisé à une température basse (10 à 12°C) en vinification en phase liquide ou solide, avait pour incidence un départ moins rapide en fermentation (temps de latence plus important), une vitesse de fermentation moins rapide et une évolution plus lente des populations levuriennes en début de fermentation alcoolique, comme le montre le graphique suivant.



Graphique 9 *Incidence de la température du moût lors de l'ensemencement, Sauvignon, 1995, Bordeaux*

⁽²⁾ Le SO₂ sous forme libre est un antiseptique très actif sur les levures en phase d'acclimatation. Il est recommandé de ne pas inoculer le levain en même temps que l'ajout de SO₂, ni juste après (cas de vendanges rouges). Etant donné que le SO₂ est souvent ajouté en début de remplissage de la cuve, il est préférable d'attendre la fin de l'apport de vendange pour lever.

Catégories de moût	Moment de levurage
Moût blanc ou moût rosé	Immédiatement après débouillage
Vendange rouge non sulfitée	Au cours du remplissage de cuve
Vendange rouge sulfitée au dessus de 3 g/hl en SO ₂	15 heures après l'apport de SO ₂

Tableau 8 **Moment optimal pour l'apport de levures sèches actives**

Les différentes techniques du levurage

Ensemencement par apport de LSA

C'est un apport de levures présentées sous forme séchée pré-multipliées et permettant un démarrage rapide et un déroulement régulier de la fermentation alcoolique.

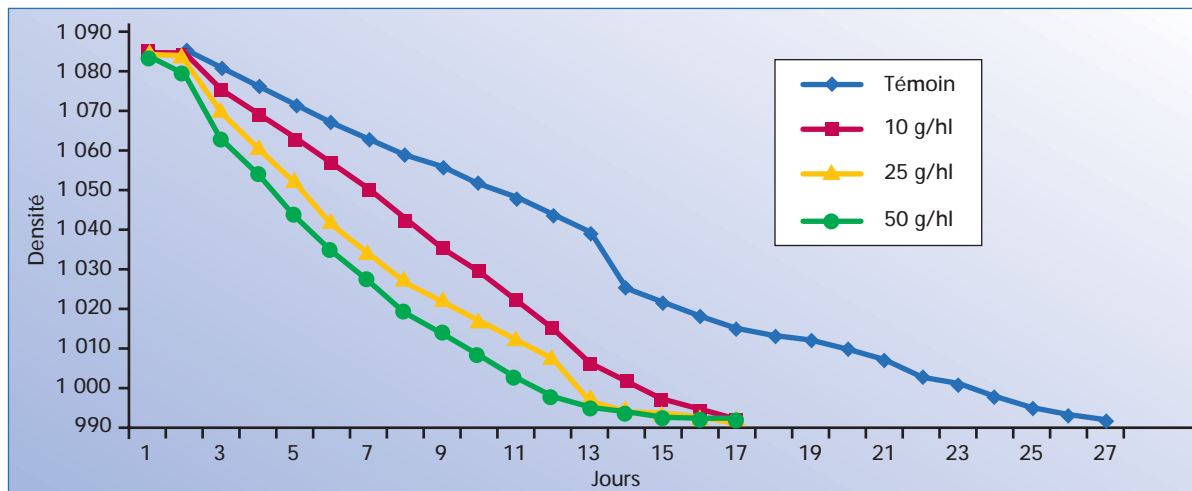
La mise en œuvre des LSA est détaillée dans le tableau 9 pour un volume de 100 hl de moût ou de vendange à ensemer. Afin de sécuriser l'ensemencement, il est conseillé de procéder à une étape intermédiaire en ajoutant la préparation de 10 litres de levain dans 10 hl de moût.

Réhydratation	Ajouter 1 kg de LSA à 10 litres d'eau ou d'eau sucrée (à 50 g/l saccharose) ou de jus de raisin non sulfité dilué à 50 %, à 37 - 40°C dans un récipient de 20 litres. Laisser reposer durant 20 minutes puis bien homogénéiser
Levurage	Incorporer dans 100 hl de jus ou de vendange Homogénéiser la cuve avec une pompe et des tuyaux nettoyés et désinfectés

Tableau 9 **Mise en œuvre des levures sèches actives**

L'incidence de la dose de LSA a été testée en 2005 et 2006 en Val de Loire en vinification en blanc. La réalisation de la fermentation alcoolique par une flore indigène est comparée à celle pouvant être obtenue par un ensemencement par LSA (levure de type champenoise) à différentes doses : 10, 20 et 50 g/hl. Les résultats font apparaître les points suivants.

L'intérêt du levurage sur la durée de fermentation est vérifiée : celle-ci est moins importante pour les modalités levurées par rapport à la modalité avec flore indigène. Les modalités levurées ne se différencient pas entre elles sur ce paramètre (graphique 10).

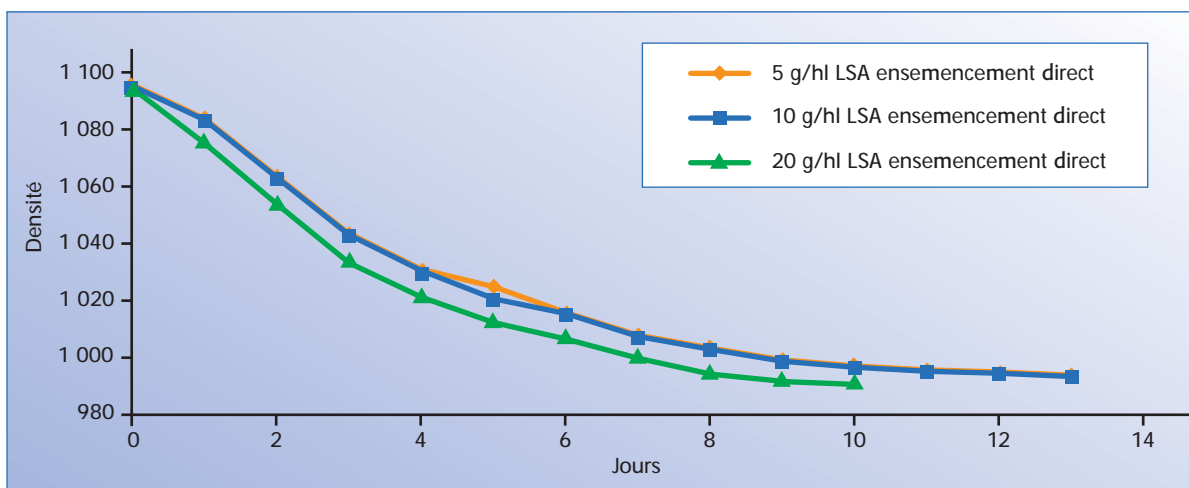


Graphique 10 **Evolution des densités en fonction des doses de LSA employées, Melon B, 2006, Nantes**

Le levurage permet notamment de diminuer la production de certains composés non désirés comme l'acétate d'éthyle et de préserver les teneurs de certains composés aromatiques comme les esters éthyliques d'acides gras. Avec un apport de LSA plus important (50 g/hl), la formation de biomasse lors de la phase de croissance exponentielle est plus faible. A l'inverse, pour les lots levurés à 10 g/hl, l'accroissement de biomasse est maximum. De plus, les résultats montrent que le levurage ne garantit pas non plus l'obtention de vins plus riches en glycérol et en polysaccharides. Les dégustations montrent que la

dose de LSA n'a aucune incidence sur la qualité organoleptique des vins élaborés.

Dans le bordelais en 1996 et 1997, un essai comparant différentes doses de levures a été réalisé sur des rosés de saignée peu fermentescibles. Trois doses ont été comparées : 5, 10 et 20 g/hl. Les résultats obtenus vont dans le même sens, à savoir une dose de 10 g/hl est suffisante pour une fermentation de qualité et une dose plus importante (20 g/hl) a permis, dans le cas de ces essais, seulement de réduire la durée de fermentation de trois jours (graphique 11).



Graphique 11 **Comparaison de différentes doses d'ensemencements directs en LSA, rosé de saignée de Cabernet-Sauvignon, 1998, IFV Bordeaux**

En conclusion, l'ensemble des essais réalisés ces derniers millésimes sur l'incidence de la dose de levures montrent qu'une dose de 10 g/hl est suffisante pour une bonne implantation des levures, une bonne maîtrise des conditions de fermentation et l'obtention de vins de bonne qualité pour la vinification des vins blancs, rouges ou rosés. Une

quantité plus importante ne se justifie pas et les économies pouvant être réalisées à ce niveau peuvent être substantielles. Par exemple, utiliser une dose de 10 g/hl au lieu de 30 g/hl pour une exploitation produisant 1 600 hl de vin blanc permet d'économiser 800 à 1 000 euros selon les marques commerciales de levures choisies.

Levurage par LSA : étape de réhydratation



Ensemencement par pied de cuve

Il consiste en un apport de moût en fermentation par des levures sélectionnées dans la cuve à leverer :

- **ensemencement de la première cuve** : quelques jours avant le début des vendanges, des raisins parmi les plus mûrs sont récoltés, foulés et mis à fermenter (avec apport de levures). Après 4 à 5 jours, ce pied de cuve est incorporé à la première cuve remplie,
- **ensemencement cuve par cuve** : par un pied de cuve obtenu à partir de 1 % du volume de jus de la cuve à ensemer dans lequel est placée la dose totale de levures nécessaire au levurage,
- **ensemencement en cascade** : ce type d'ensemencement est réalisé à partir de la première cuve déjà en fermentation, elle-même ensemençée par pied de cuve ou par LSA. L'ensemencement doit être pratiqué à 1 % en volume lorsque le pied de cuve est en phase active de croissance (deux jours après le début de la fermentation alcoolique).



P. Mackiewicz, IFV

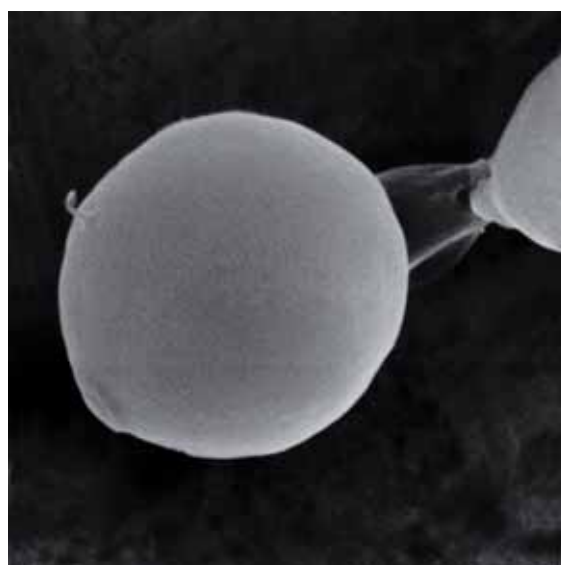
Fermentation d'un moût blanc

Comparaison de différents types d'ensemencement :

L'incidence de différentes techniques et conditions d'ensemencement de la fermentation alcoolique et la viabilité de levures ont été étudiées par l'IFV Bordeaux, de 1996 à 1998 et différentes techniques de levurage ont été comparées en phase liquide sur moûts blancs et rosés, à savoir :

- **ensemencement direct de la cuve après simple réhydratation à l'eau tiède des LSA,**
- **ensemencement direct de la cuve avec réhydratation des LSA à l'eau tiède ou avec 50 % d'eau tiède et 50 % de moût,**
- **ensemencement par pied de cuve, réalisé à partir d'un volume de 1 % de la cuve ensemençé avec la totalité des LSA nécessaires à la cuve (1, 5 ou 10 g/hl) incorporé à différents stades d'avancement de sa fermentation,**
- **ensemencement en cascade** : le levurage de la cuve est réalisé à partir d'un levain (moût en fermentation en fin de phase de croissance des levures) en provenance d'une autre cuve, avec un ensemençement à 1 % du volume.

Les résultats obtenus démontrent que la qualité de la fermentation peut être étroitement liée aux conditions d'ensemencement, plus particulièrement dans le cas d'un moût difficile à fermenter (faible turbidité, riche en sucres et carencé en azote). L'ensemencement après une phase d'acclimatation des levures au milieu à fermenter, par exemple l'utilisation d'un pied de



A. Poulard, IFV

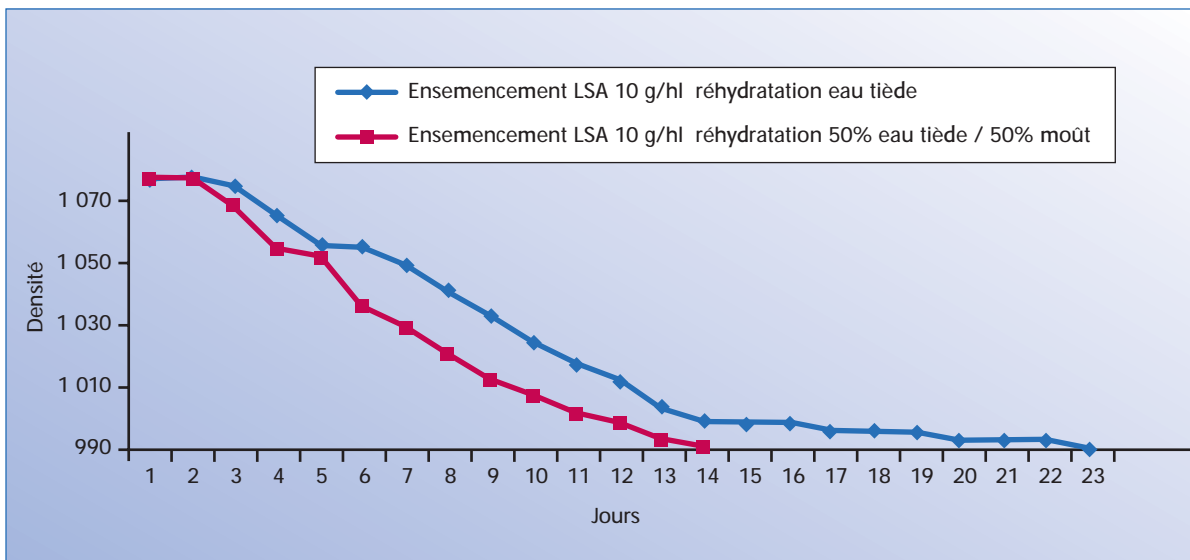
Division cellulaire de levures en microscopie électronique

cuve réalisé avec 1 % du volume de la cuve et la quantité de levure pour un levurage de 1 g/hl, ou une réhydratation des LSA avec 50 % d'eau tiède et 50 % de moût. Ces deux techniques permettent, d'après les résultats des essais, d'améliorer significativement le déroulement de la fermentation alcoolique avec un départ en fermentation plus rapide et une durée de fermentation plus courte, une teneur en acidité volatile plus faible. Les vins ainsi élaborés sont préférés : plus fruités et mieux équilibrés (graphique 12).



P. Mackiewicz, IFV

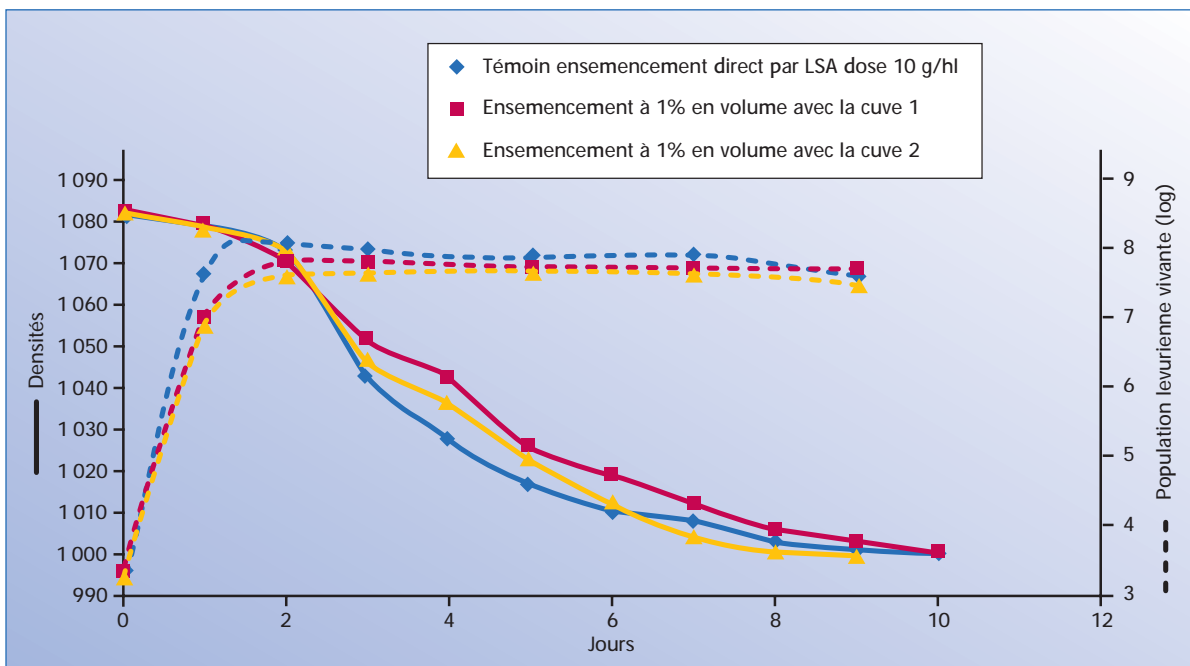
Nettoyage dans le chai de vinification après les fermentations



Graphique 12 **Comparaison de deux modes de réhydratation des LSA, rosé de saignée de Cabernet-Sauvignon, 1998, Bordeaux**

Par contre, l'ensemencement en cascade de cuve à cuve n'est pas une technique à conseiller. Si le temps de latence est parfois diminué, la vitesse de

dégradation des sucres est plus lente et une production plus importante d'acidité volatile est aussi constatée (graphique 13).



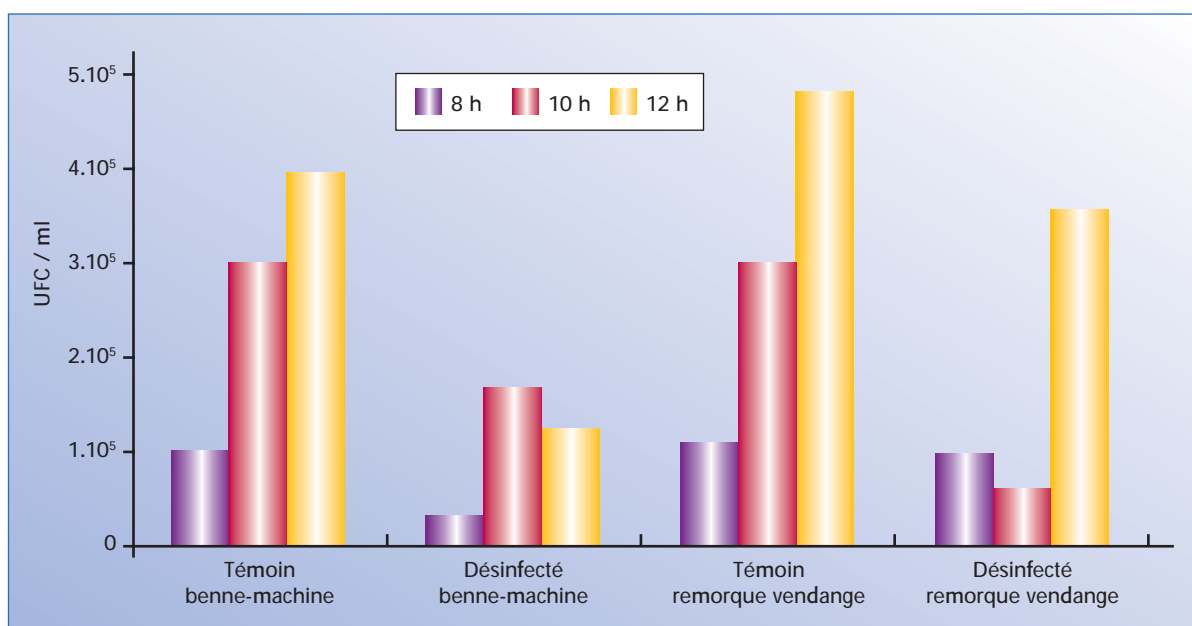
Graphique 13 **Effet d'un ensemencement en cascade sur le déroulement de la fermentation alcoolique et l'évolution des populations levuriennes, rosé de saignée de Merlot, 1996, Bordeaux**

L'hygiène en œnologie : maîtrise des populations microbiennes

Des micro-organismes nombreux, d'intérêt ou d'altération, dès les vendanges

De la récolte à la mise en bouteilles, les matériels œnologiques présentent souvent des difficultés de nettoyage et de désinfection. Dans les phases préfermentaires et fermentaires, les problèmes de nettoyabilité se manifestent sur la machine à vendanger, le matériel de transport, le matériel de traitement de la vendange et lors de

l'encuvage. L'exemple de la machine à vendanger ou de la benne à vendange (graphique 14) résume l'ensemble des observations effectuées : le niveau de contamination augmente pendant le traitement de la vendange, malgré les procédures de nettoyage mises en place.



Graphique 14 **Influence du niveau d'hygiène sur les populations de levures**

Les biofilms sont bien présents sur le matériel vitivinicole. Les principaux micro-organismes qui les composent sont ceux que l'on rencontre habituellement en œnologie. Les levures, les bactéries et les moisissures colonisent tous les substrats en contact avec le moût ou le raisin et parfois avant la période des vendanges. Les modalités désinfectées permettent une réduction significative de près de 50 % des populations de levures par rapport à un nettoyage classique. Mais leur croissance reprend malgré tout.

En vinification en blanc, les biofilms présents sur les matériels découlent d'une hygiène défectueuse. Ils contiennent des cortèges importants de micro-organismes, où les levures à caractère oxydatif sont très souvent dominantes. Au début des vendanges, la pression du milieu et la difficulté de nettoyage modifient très

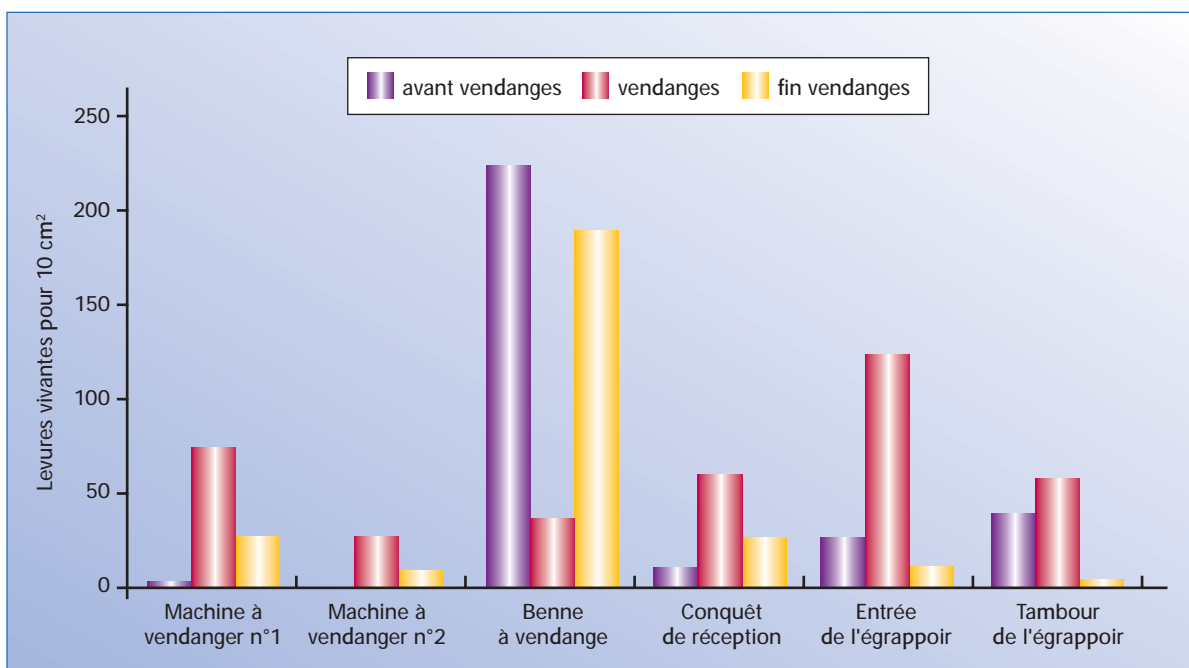
sensiblement les niveaux de populations, malgré les opérations régulières de nettoyage/désinfection réalisées. Les cuves deviennent alors de véritables supports de diffusion des micro-organismes : sur le plan quantitatif, les levures fermentaires - très minoritaires au départ - s'imposent progressivement (tableau 10) et *Saccharomyces cerevisiae* s'installe durablement. En fin de vendanges, l'ensemble des installations devient très chargé en micro-organismes en tous genres : *Saccharomyces cerevisiae* est alors retrouvée sur les biofilms à travers des souches indigènes, mais aussi sélectionnées. Une sévère compétition entre ces souches dans l'environnement de la cave peut se traduire fréquemment par la prise de contrôle de la fermentation alcoolique par une souche sauvage non désirée.

Stade / Matériel	Avant vendanges	Début vendanges	Fin vendanges
Comporte	1 <i>Rhodotorula graminis</i>	1 <i>Rhodotorula glutinis</i>	1 <i>Rhodotorula glutinis</i>
	1 <i>Rhodotorula pilimanae</i>	1 <i>Kloeckera apiculata</i>	1 <i>Kloeckera apiculata</i>
	1 <i>Candida boidinii</i>	1 <i>Candida valida</i>	1 <i>Candida pelliculosa</i>
Erafloir / fouloir	1 <i>Rhodotorula graminis</i>	1 <i>Rhodotorula glutinis</i>	1 <i>Rhodotorula glutinis</i>
	2 <i>Candida lambica</i>	1 <i>Geotrichum penicillatum</i>	1 <i>Rhodotorula graminis</i>
		1 <i>Candida guilliermondii</i>	1 <i>Kloeckera apiculata</i> 1 <i>Candida boidinii</i>
Pressoir (paroi intérieure)	1 <i>Candida humicola</i>	1 <i>Kloeckera apiculata</i>	2 <i>Rhodotorula graminis</i>
	1 <i>Candida sorbosa</i>	1 <i>Candida guilliermondii</i>	1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	1 <i>Cryptococcus albidus</i>	1 <i>Torulasporea delbrueckii</i>	
Cuve de débordage (paroi extérieure)	1 <i>Candida humicola</i>	1 <i>Metschnikowia pulcherrima</i>	1 <i>Rhodotorula glutinis</i>
	1 <i>Geotrichum penicillatum</i>	1 <i>Kloeckera javanica</i>	2 <i>Kloeckera apiculata</i>
	1 <i>Aureobasidium pullulans</i>		
Tuyau	3 <i>Candida pelliculosa</i>	3 <i>Candida lusitanae</i>	3 <i>Metschnikowia pulcherrima</i>
Cuve de fermentation (paroi extérieure)	1 <i>Candida famata</i>	2 <i>Candida famata</i>	1 <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
	1 <i>Aureobasidium pullulans</i>	1 <i>Candida valida</i>	1 <i>Aureobasidium pullulans</i>
	1 <i>Cryptococcus albidus</i>		1 <i>Kloeckera apiculata</i>

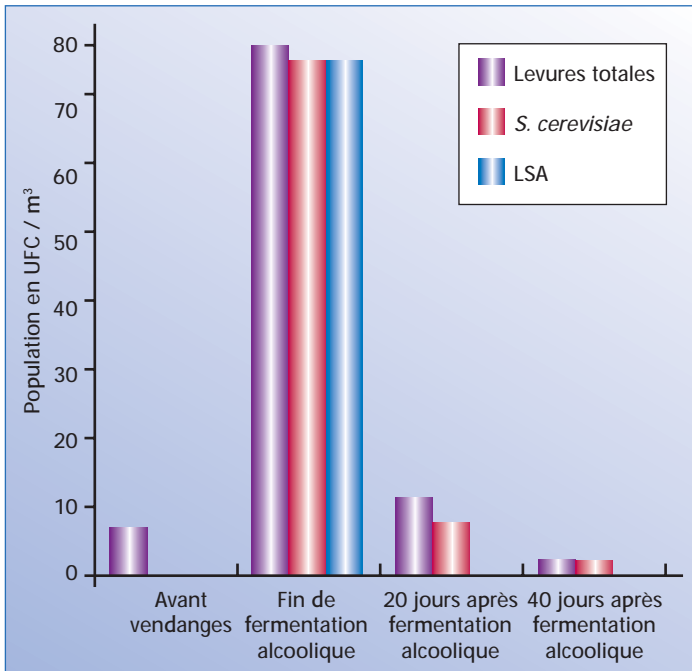
Tableau 10 **Evolution de la flore levurienne majoritaire sur les matériels en cours des vendanges (nombre de souches pour chaque espèce)**

Pour les vinifications en rouge, les observations sont identiques. Avec le passage du raisin, l'ensemble des matériels affiche un niveau de contamination croissant au cours des vendanges.

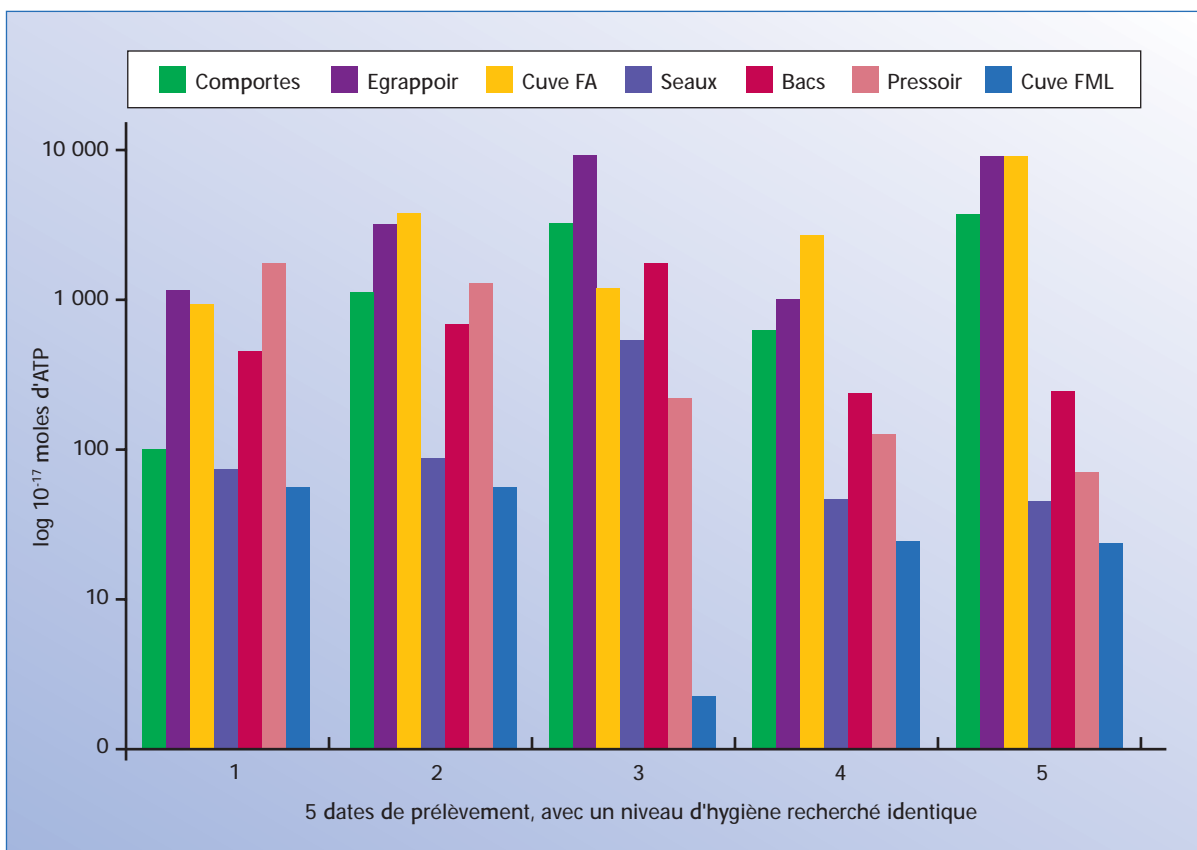
Le nettoyage en fin de période de vinification permet de réduire les populations de manière variable selon les matériels.



Graphique 15 **Evolution des populations de levures au cours de la campagne**


 Graphique 16 *Population des levures dans l'atmosphère du chai*

On mesure ainsi l'importance de la flore microbienne apportée par le raisin et son rôle dans les cinétiques fermentaires. Très diverse d'un site à l'autre et d'un millésime à un autre, elle crée des phénomènes importants de compétition, dans lesquels entre en jeu également la flore environnante. Le développement de flores d'altération est d'autant plus facilité que l'hygiène du chai est insuffisamment maîtrisée. La présence de levures du genre *Brettanomyces* en fin de phase fermentaire en est une des conséquences.


 Graphique 17 *Moyennes des valeurs d'ATP pour différents matériels utilisés durant le millésime 2001, pour 5 vendanges de cépages Carignan et Mourvèdre en 2002*

Les mesures réalisées au cours des phases fermentaires confirment le niveau de contamination du matériel au cours de la période des vendanges.

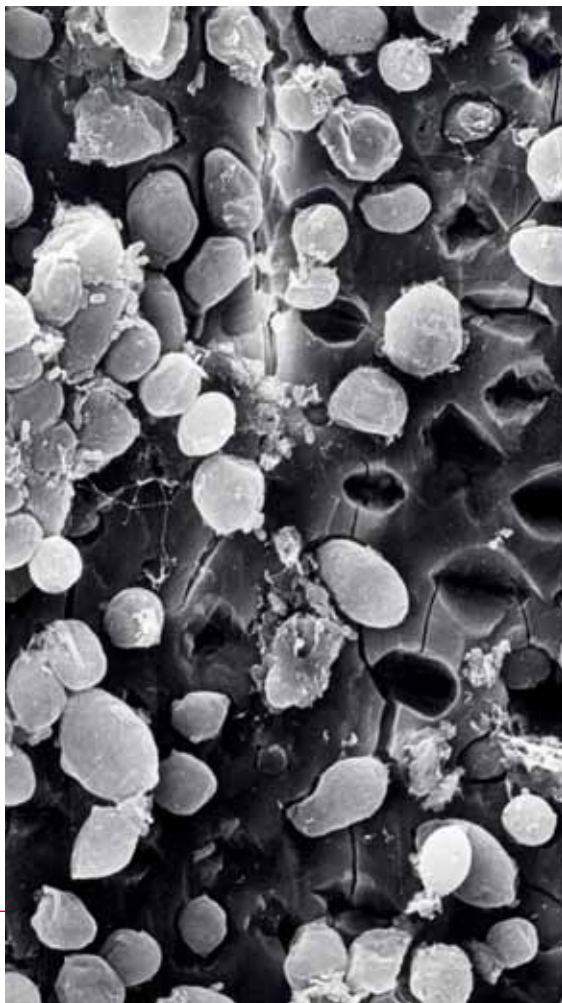
L'égrappoir, le pressoir, les comportes et la cuve de fermentation sont systématiquement contaminés. Entre le début et la fin de la récolte, le niveau de contamination moyen a tendance à augmenter.

Une atmosphère contaminée au-delà du chai

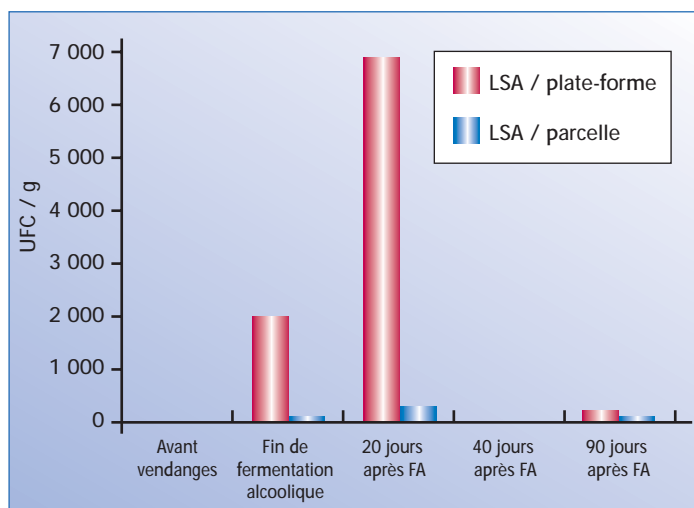
Souvent très minoritaires dans les chais avant les vendanges, les levures fermentaires se développent sur les surfaces durant le déroulement des fermentations alcooliques. Cet accroissement est dû en presque totalité à *Saccharomyces cerevisiae*, levure-type responsable des fermentations. Ces levures restent présentes sur l'ensemble des surfaces plus d'un mois après la fin des fermentations alcooliques.

Au cours de la vinification, l'atmosphère du chai est entièrement colonisée par les levures fermentaires, que l'on retrouve dans les différents prélèvements de surfaces. L'air est bien un vecteur actif dans la dynamique de la dissémination des levures de vinification.

A la sortie du chai, véhiculées par les eaux de lavage, les levures fermentaires se retrouvent dans les effluents de cave. Elles sont également retrouvées sur les plates-formes de stockage du marc, comme le montre le graphique 18. Dans certaines situations, le lessivage de cette plate-forme par les eaux de pluie, conduit à une contamination par ruissellement des parcelles de vigne situées à proximité par des souches de levures utilisées au chai.



A. Poulard, IFV



Graphique 18 **Dissémination des LSA utilisées au chai dans la parcelle de vigne à partir de la plate-forme de stockage des marcs**

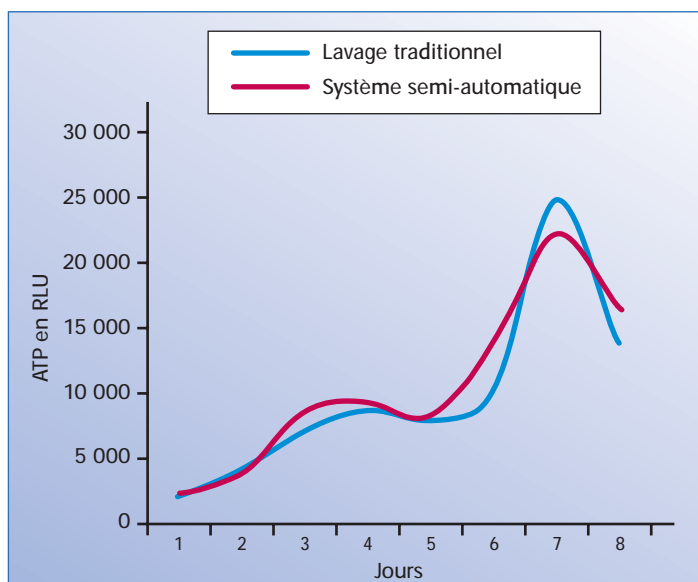
La fermentation alcoolique produit des levures en quantités importantes. Leur dissémination est visible sur tous les supports et dans tous les milieux prélevés : air, bâtiments, matériels, effluents, terre. Si les populations des moûts, après un pic en fin de fermentation régressent rapidement, la pérennité de leur diffusion dans l'environnement viticole semble se dessiner. Marcs, pellicules, terres de filtration souvent épandus sur les parcelles, constituent des sources supplémentaires de dissémination des levures.

Une hygiène raisonnée pour maîtriser la diffusion des micro-organismes

A chacune des phases de la vinification, le bon déroulement des cinétiques fermentaires doit être assuré par la maîtrise des risques liés à la présence des micro-organismes d'altération. Cette démarche passe par la mise en place de mesures d'hygiène adaptées à chaque situation, que l'on peut approcher de la façon suivante :

matériel
matériau
niveau et nature de la contamination
niveau d'hygiène requis

Levures conservées dans les anfractuosités du tartre : le tartre a cristallisé autour des parois des cellules

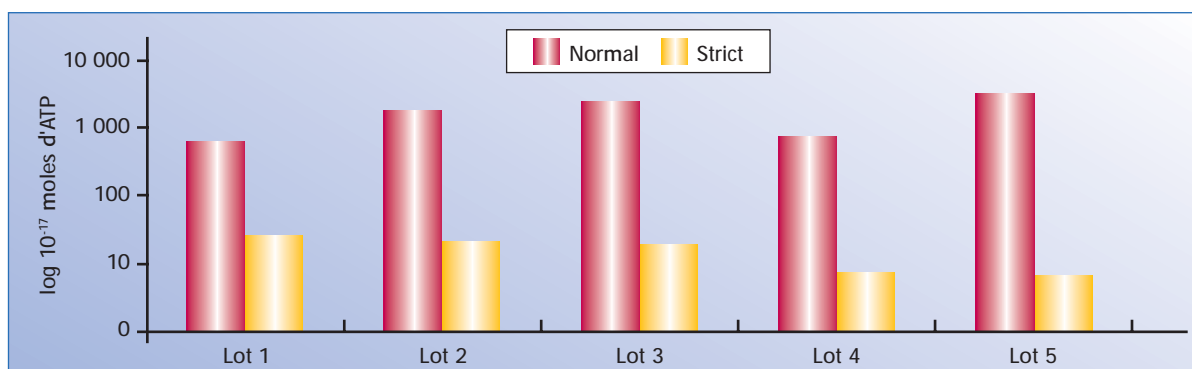


Graphique 19 **Evolution sur 8 jours du niveau d'hygiène (ATP-métrie) après le nettoyage quotidien de la machine à vendanger**

Pour la machine à vendanger, l'étape récolte se différencie de l'étape encuvage, de par la nature des matériels, des souillures, des micro-organismes et du degré de propreté attendu. Les systèmes de nettoyage semi-automatiques, même s'ils donnent une qualité de lavage proche d'un lavage traditionnel, permettent de faciliter et de standardiser les opérations de lavage (volumes d'eau moins importants et temps passés mieux maîtrisés). Une aire de lavage est indispensable. Par une procédure de nettoyage adaptée (prélavage, lavage, nettoyage-désinfection, rinçage), les risques liés à un état sanitaire déféctueux seront moindres et la quantité d'eau nécessaire pourra être optimisée.

Lorsque l'on compare une hygiène poussée au niveau d'hygiène appliquée habituellement sur le matériel utilisé en phase préfermentaire, l'impact est important :

- sur les niveaux de population (levures et bactéries) avant les fermentations alcooliques et malolactiques,
- sur l'augmentation de l'acidité volatile dans trois cas sur cinq avec un niveau d'hygiène faible.



Graphique 20 **Evaluation de deux niveaux d'hygiène par ATP-métrie sur l'ensemble du matériel au cours de l'élevage de 5 vins rouges**

A la fin de la fermentation alcoolique et après sulfitage, la majorité des vins contiennent encore des populations levuriennes importantes. L'hygiène permet également de stabiliser les populations de *Saccharomyces* problématiques pour les vins avec des sucres résiduels.

Un bon niveau d'hygiène est favorable à une élaboration des vins réussie. L'élévation du niveau d'hygiène diminue les populations indigènes qui ont manifestement pour origine en partie le matériel. Dans un objectif de recherche de fermentation spontanée, l'œnologue doit tenir compte de ces conséquences.

Pour l'ensemble des points critiques étudiés (robinet de dégustation, pompe, vannes...), le niveau de contamination est important même après une procédure de nettoyage. Les points les plus difficiles à nettoyer de la cuve, comme le robinet de dégustation ou la vanne, restent très

contaminés, même après une hygiène stricte. Des mesures adaptées doivent être mises en œuvre pour ces points : démontage, action mécanique et trempage sont indispensables.

La mise en place d'une hygiène plus stricte au cours de la phase d'élevage (soutirages) permet de réduire de façon significative le niveau de contamination sur le matériel en contact avec un vin rouge : flore levurienne, bactéries acétiques et lactiques. La maîtrise en particulier des levures d'altération de type *Brettanomyces*, responsables de la production de phénols volatils sur les vins rouges, passe non seulement par une bonne gestion des actions de stabilisation en cours d'élevage, mais également par une grande rigueur dans les procédures d'hygiène utilisées. Pour plus d'information, consulter notre collection Itinéraires n°12, « *Brettanomyces* et phénols volatils : prévenir et limiter les altérations ».

Pour la réalisation de ces travaux, l'IFV a acquis des compétences en microbiologie et en biologie moléculaire qui sont aujourd'hui transférables en réponse aux attentes des professionnels de la filière sur les aspects fermentaires ainsi que sur la stabilité microbienne des vins en cours d'élevage :

- Numération de levures, bactéries acétiques, bactéries lactiques et *Brettanomyces*...
- Détermination du caractère killer,
- Identification taxonomique des levures, bactéries, moisissures,
- Détection de *Brettanomyces*...
- Contrôle d'implantation de levures commerciales, sélection de levures à façon...

Pour plus d'informations, téléchargez le catalogue à l'adresse suivante :

<http://www.itv-midipyrenees.com/partenariats-industriels/services-industriels/documents/TarifsPublic-ITVService-2005.pdf>

ou contactez-nous : morvan.coarer@itvfrance.com, alain.poulard@itvfrance.com

et eric.serrano@itvfrance.com

Choix et emploi des micro-organismes en œnologie



Voir le site www.vignevin.com : « *Choix et emploi des microorganismes en œnologie* »

Bibliographie partielle :

J. Béguin, M. Coarer, C. Cuinier, V. Gerbaux, F. Guyot, A. Poulard, 2003. Choix et emploi des micro-organismes en œnologie, ITV France/IFV

J-M. Belin, 1979. Contribution à l'étude des levures des chais - taxonomie, répartition des levures

R. Boisson, V. Lempereur, J-L. Berger, 2004. Le nouveau programme Ferments Vin en Beaujolais

M. Coarer, F. Charrier, A. Poulard, 1999. Microflore et typicité des vins

P. Chrétien, 2001. Etude de la dissémination des levures industrielles dans l'environnement des caves vinicoles

D. Delteil, 1990. Le levurage en œnologie

J-L. Legras, 2003, Etude de la flore levurienne de différents terroirs alsaciens

M. Lollier, 2003. Diversité, évolution et transferts de la vigne au vin des flores levuriennes indigènes d'intérêt œnologique en Alsace

G. Marteau, P. Galzy, 1954. Les levures et le vin

E. Negre, 1952. Levurages et remontages

V. Renouf, C. Miot-Sertier, P. Strehaiano, A. Lonvaud-Funel, 2006. Le consortium microbien du vin : une réelle caractéristique du terroir

F. Vezhinet, J-N. Hallet, M. Valade, A. Poulard, 1992. Ecological survey of wine yeast strains by molecular methods of identification

Pour plus de références bibliographiques, veuillez vous adresser aux auteurs microbiologistes de l'IFV.

Conclusion

La réussite du levurage est un élément important de la maîtrise de la fermentation alcoolique en vue de la qualité du produit final. Sa mise en œuvre parfois incertaine conduit à des échecs d'implantation. Le vinificateur qui connaît ses contraintes technologiques peut intervenir sur un certain nombre de paramètres du levurage, permettant de s'assurer de sa réussite. Aujourd'hui, le choix des souches disponibles sur le marché déjà très large continue de s'étoffer avec des levures dont les spécificités sont bien définies. Avec une souche judicieusement choisie et une technique d'ensemencement raisonnée, l'efficacité du levurage est satisfaisante quand les autres paramètres sont maîtrisés, notamment l'hygiène lors de la récolte et à la cave.

La technique des levains naturels, beaucoup plus aléatoire, nécessite des contraintes drastiques pour sa réalisation. En dehors d'un choix systématique engageant la totalité de la récolte, elle doit être réservée à des cuvées particulières, si possible mises en œuvre dès le début de la récolte.

Enfin, si le levurage est un élément important dans un itinéraire de vinification, il serait hasardeux de bâtir toute la chaîne technologique autour du seul choix de la levure.



C. Cuijler, IFV

Remerciements :

Avec la participation financière de VINIFLHOR et du compte d'affectation spécial pour le développement agricole et rural géré par le ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

Rédacteurs : Joëlle Béguin, Morvan Coarer, Alain Poulard, Pascal Poupault, Emmanuel Vinsonneau.

Relecteurs : Bruno Blondin (INRA, Montpellier Supagro), Jean-Luc Legras (INRA Colmar), Michel Leguay (VINIFLHOR), Jean-Luc Berger, Christine Moulliet et Anne-Marie Denizot (IFV).

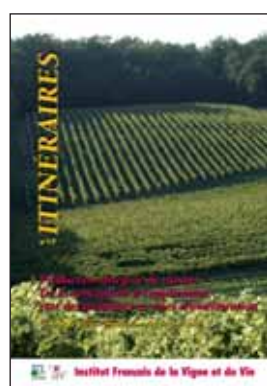
Avril 2008

Mentions légales : ISSN : 1629-5919

© Institut Français de la Vigne et du Vin. Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L.122-5, d'une part, que « les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction même partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droits ou ayant cause, est illicite » (article L.122-4). Cette représentation ou reproduction, par quel que procédé que ce soit constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L.335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Imprimé sur papier recyclé.

Crédit photos couverture : P. Mackiewicz, A. Poulard, IFV



- n° 10 : Bonnes pratiques de manipulation des produits phytosanitaires en viticulture
- n° 11 : Élaboration des vins rosés : résultats d'expérimentation
- n° 12 : *Brettanomyces* et phénols volatils : prévenir et limiter les altérations
- n° 13 : Gestion durable des sous-produits et déchets des exploitations viticoles et des caves
- n° 14 : Techniques soustractives d'enrichissement des moûts
- n° 15 : Machines à vendanger : bonnes pratiques de récolte

- n° 17 : Production viticole intégrée, de la conception à l'application
- Catalogue des variétés et des clones de vigne cultivés en France
- Le coût des fournitures en viticulture et œnologie 2008
- Traité de viticulture et d'œnologie durables
- Respecter les zones non traitées au voisinage des points d'eau
- Note nationale sur les maladies du bois
- Choix et emploi des micro-organismes en œnologie

Service des publications : tél. 03 26 51 50 90 - email : caroline.diouy@itvfrance.com