

Le pied de cuve : outil indispensable pour sécuriser la fermentation alcoolique

Malgré un taux d'azote satisfaisant dans les moûts, la fermentation alcoolique par des levures indigènes a parfois tendance à ralentir voire s'arrêter. Un phénomène d'autant plus fréquent avec le réchauffement climatique qui crée des conditions moins favorables au développement des levures *Saccharomyces cerevisiae*. Mieux vaut anticiper et ensemercer la cuve avec un levain dès son remplissage, comme l'ont confirmé des essais menés cet automne dans 6 domaines de la vallée du Rhône certifiés en biodynamie.



« Quand on produit des vins avec un taux d'alcool qui dépasse souvent les 15°, nos levures ont intérêt à être musclées ! » Eric Plumet, vigneron au domaine de La Cabotte à Mondragon (Vaucluse) et président l'association de vignerons biodynamistes « Éclats de lune » fédérée au Mouvement de l'Agriculture Bio-Dynamique (MABD) n'entend plus miser sur la seule résistance des levures de son terroir du Massif d'Uchaux. C'est pourquoi, il a convaincu quelques collègues vignerons de sa région, confrontés à la même problématique, de participer à des essais de pied de cuve avec des levures indigènes. L'expérimentation a été financée par la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur, suivie par une stagiaire étudiante-œnologue à la faculté de Montpellier et menée en partenariat avec le LACO, laboratoire d'analyses et de conseils œnologiques de Suze-la-Rousse (Drôme).

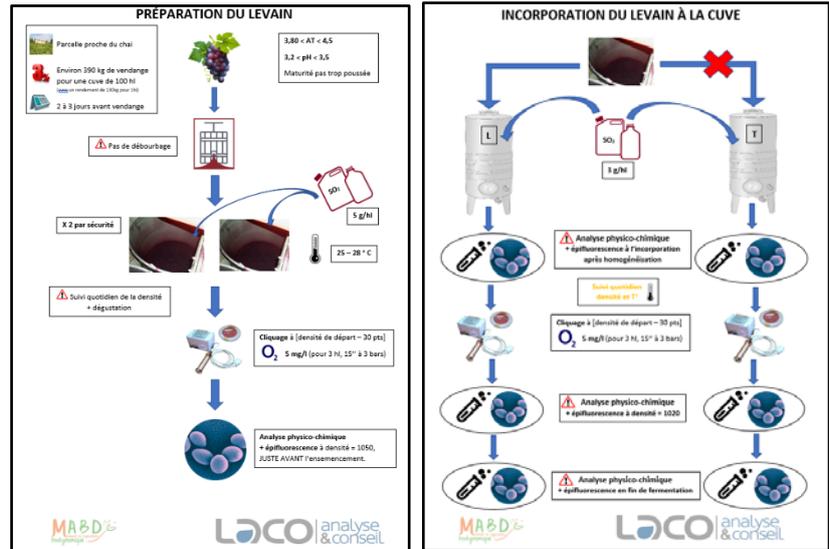
Domaines et cuves concernés :

La Cabotte	Grenache/Syrah – 35 hl
Château des Amadiou	Grenache – 6 hl
Château Simian	Vermentino – 8,5 hl
Florane&Échevin	Syrah – 75 hl
Chaume-Arnaud	Syrah – 100 hl
Vallot	Grenache – 65 hl



Un pied de cuve 100% Saccharomyces

Chacun a suivi un protocole identique (voir schéma 1) basé sur la réalisation d'un levain en phase liquide issu de raisins ramassés 2 à 3 jours avant vendange, sulfité, cliqué (apport d'oxygène en fin de phase de croissance des levures) et chauffé. Le levain a été incorporé à la vendange au moment du remplissage de la cuve (voir schéma 2), tandis qu'une autre cuve identique était simultanément remplie, elle, sans ensemencement.



Pour Laurent Massini, le microbiologiste du LACO, l'ajout de 5 g/hl de SO₂ dans le levain est une étape clé car cela permet de sélectionner les levures dès le départ. « Le SO₂ va permettre de réduire les populations de bactéries et aussi de favoriser *Saccharomyces cerevisiae*, la levure qui transforme le sucre en alcool. Les vigneron sont alors assurés d'incorporer à leur cuve des populations importantes de levures de leur domaine et surtout de ne pas implanter de micro-organismes responsables de déviations. »

Lever les doutes et les à priori

Outre la sécurisation de leur fermentation, les vigneron entendent en effet également ne pas dégrader voire améliorer les qualités organoleptiques de leurs vins. « Quand la fermentation devient languissante, les vins sont beaucoup moins nets. Les déviations gomment le terroir », souligne Yves-Jean Houser du domaine des Amadiou à Cairanne (Vaucluse) qui a participé à l'essai. Et ce, même s'il était plutôt réticent au départ. « Je me demandais bien ce que le pied de cuve pouvait apporter de mieux que ma fermentation spontanée ! Je craignais également de détruire mes levures de terroir. » Laurent Massini tient à rassurer. « Une fois diluées dans la cuve, les doses de SO₂ utilisées restent très faibles. Avec ou sans SO₂, une sélection naturelle des levures a, de toute façon, lieu au cours de la fermentation en cuve. »



Les analyses effectuées par le LACO ont révélé que la matrice de base dans les cuves des différents domaines présentait toutes les caractéristiques pour un bon départ en fermentation. La vendange affichait en moyenne un pH de 3,52, une acidité totale de 3,23 g H₂SO₄/l, un titre alcoométrique volumique probable de 14,41, un taux de glucose + fructose de 221,6 g/l, un taux d'azote de 204 mg/l et un taux de potassium de 1282 mg/l. Le développement des populations levuriennes a également été suivi de près dans la cuve ensemencée ainsi que dans la cuve témoin, grâce à des

analyses par épifluorescence menées par le LACO. Ces comptages ont été réalisés à trois étapes clés de la fermentation : au moment de l'incorporation du levain (à une densité d'environ 1050), en fin de phase de croissance (quand la densité se situe autour de 1020-1010) et en fin de fermentation.

Analyses physico-chimiques des cuves :

	Cuve essai							Cuve témoin						
	Cab	Ama	Sim	Flo	ChA	Val	Moy	Cab	Ama	Sim	Flo	ChA*	Val	Moy
pH	3,58	3,48	3,46	3,6	3,55	3,49	3,53	3,57	3,52	3,48	3,56	-	3,43	3,51
Acidité totale	2,78	2,62	3,54	4,01	4,02	2,69	3,28	2,8	2,35	3,51	4,01	-	3,24	3,18
TAVP	15,1	14,2	12,3	14,8	14,51	14,6	14,25	15,1	15,2	12,4	15	-	15,3	14,6
Glucose + fructose	247,7	230	203,7	171		242	218,88	248	255,7	208,3	152,3	-	257,3	224,32
Azote ass.	F**	F	211	F	230	191	210,67	F	169	222	F	-	201	197,33
Potassium	F	F	1200	F		1023	1111,5	F	1256	1471	F	-	1460	1395,67

* Pas de cuve témoin dans ce domaine.

**F : en fermentation = analyse impossible.

Les analyses physico-chimiques des cuves donnent des résultats assez comparables d'un domaine à l'autre. Les niveaux de pH, d'acidité, de sucres, d'azote assimilable et de potassium sont propices au développement des levures *Saccharomyces cerevisiae*. Les conditions du millésime sont donc satisfaisantes.

Analyse des populations microbiennes des levains (avant incorporation) par épifluorescence :

	Levures	Bactéries
La Cabotte	9 309 700	4 570 (B/L = 0,05 %)
Château des Amadieu	5 552 000	22 000 (B/L = 0,4 %)
Château Simian	14 100 000	8 000 (B/L = 0,06 %)
Chaume-Arnaud	4 800 000	16 000 (B/L = 0,33 %)
Vallot	9 860 000	6 400 (B/L = 0,06 %)

Le protocole pour la réalisation du pied de cuve crée des conditions particulièrement favorables au développement des levures. Ainsi, les niveaux de population de levures obtenus dans les levains sont importants dans l'ensemble des domaines.

Plus de levures et une fermentation plus rapide

Pour assurer un bon départ en fermentation alcoolique, les niveaux de population recommandés sont d'un million de levures/ml au minimum et de moins de 10 000 bactéries/ml, avec un rapport bactéries/levures < 1%. Dans les différents domaines qui ont participé à l'essai, le niveau minimum de levures est atteint, mais le nombre de bactéries, lui reste important à l'ensemencement.

En fin de phase de croissance, les niveaux de population de levures sont majoritairement supérieurs dans la cuveensemencée (13,2 millions/ml contre 10,8 millions/ml en moyenne) et jusqu'à deux fois plus importants que dans la cuve témoin dans l'un des domaines. Les bactéries, dans ces conditions,

se développent beaucoup moins. En fin de fermentation, deux cas mis à part, les populations de bactéries ont considérablement diminué dans la cuve essai, beaucoup moins dans la cuve témoin. Dans l'un des domaines, leur population a même quasiment disparu dans la cuveensemencée tandis qu'elle atteint 17 800 bactéries/ml dans la cuve témoin.

Comparaison des populations de **levures** entre la cuve essai et la cuve témoin :

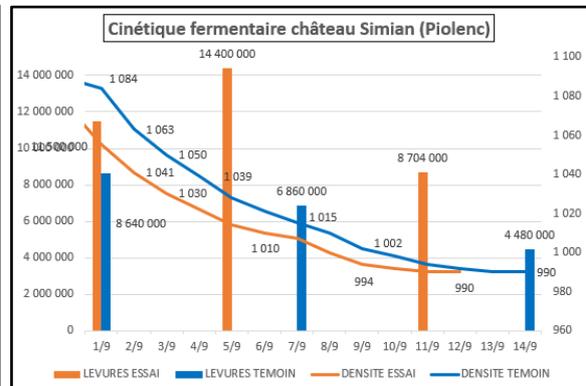
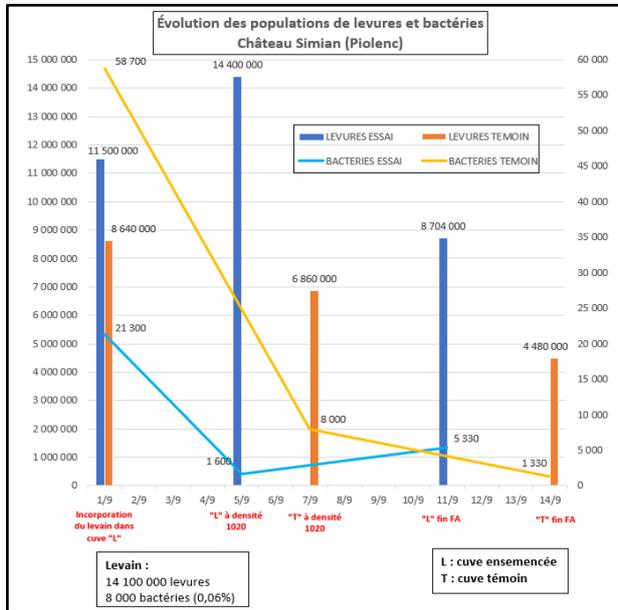
	Cuve essai		Cuve témoin	
	À l'incorporation	Fin croissance	À l'incorporation	Fin croissance
La Cabotte	12205700	16 300 000 (x 1,33)	10540800	11 500 000 (x 1,09)
Château des Amadieu	3680000	8 440 000 (x 2,3)	256 000	9 600 000 (x 37,5)
Château Simian	11 500 000	<u>14 400 000</u> (x 1,25)	8 640 000*	<u>6 860 000</u> (/ 1,26)
Florane&Échevin	5330000	11300 000 (x 2,12)	5820000	12900 000 (x 2,22)
Chaume -Arnaud	1180000	13 400 000 (x 11,4)	-	-
Vallot	1934400	15 400 000 (x 8)	1090000	13 400 000 (x 12,3)

*Dont levures apiculées.

Comparaison des populations de **bactéries** entre la cuve essai et la cuve témoin :

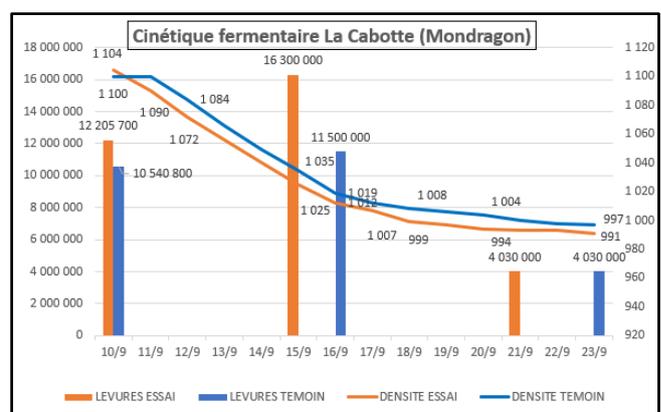
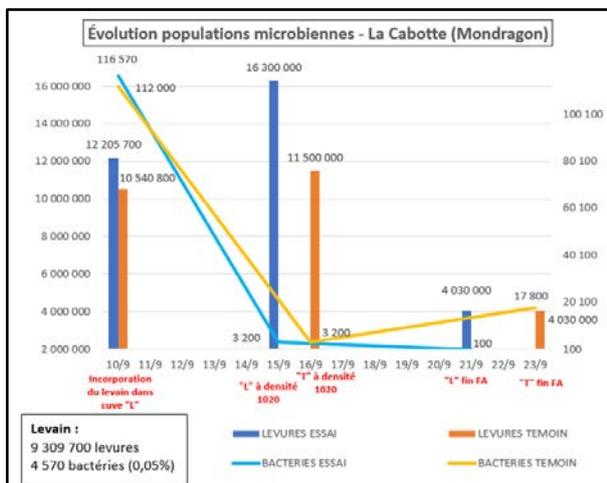
	Cuve essai		Cuve témoin	
	À l'incorporation	Fin FA	À l'incorporation	Fin FA
La Cabotte	116 570	100 ↓	112 000	<u>17 800</u> ↓
Château des Amadieu	24 000	6 400 ↓	16 400	100 ↓
Château Simian	21 300	5 330 ↓	58 700	1 330 ↓
Florane&Échevin	12 000	10 000 ↓	2 300	16 000 ↑
Chaume-Arnaud	142 000	1 760 000 ↑	-	-
Vallot	8 000	16 000 ↑	11 200	5 330 ↓

La bonne implantation des levures a également permis de gagner du temps sur la fermentation. La consommation de la totalité des sucres a pris jusqu'à 4 jours de moins dans la cuve ensémençée par rapport à la cuve témoin. Ce point peut s'avérer essentiel pour les dernières cuves remplies, en fin de vendange, alors que les températures baissent et que la fermentation risque de plus en plus de patiner.



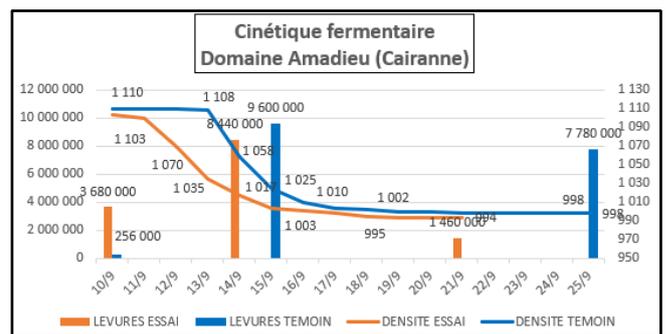
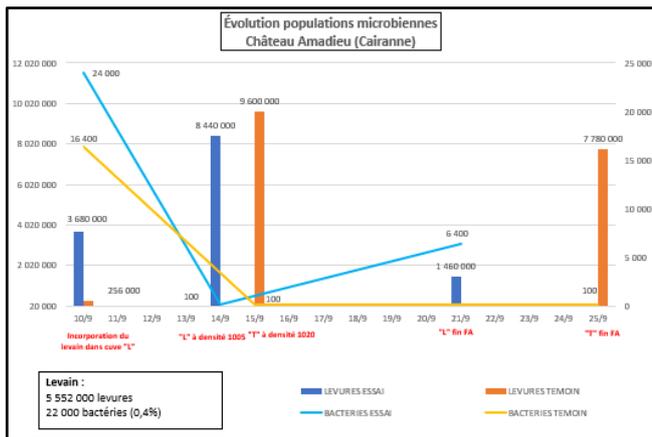
Ces graphes tirés des résultats au Château Simian à Piolenc (Vaucluse) montrent la très nette différence entre le niveau de population de levures dans la cuve essai et dans la cuve témoin. L'incorporation du levain a eu lieu au moment du remplissage des cuves. En fin de phase de croissance, le nombre de levures est à son apogée tandis que le nombre de bactéries chute fortement.

La fermentation suit une cinétique régulière avec une baisse constante de la densité et se termine 4 jours plus tôt dans la cuve essai par rapport à la cuve témoin.

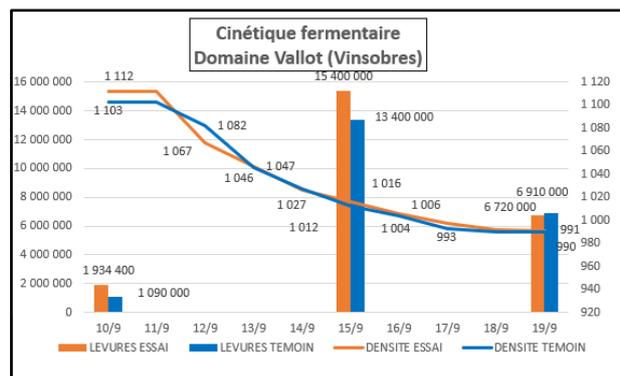
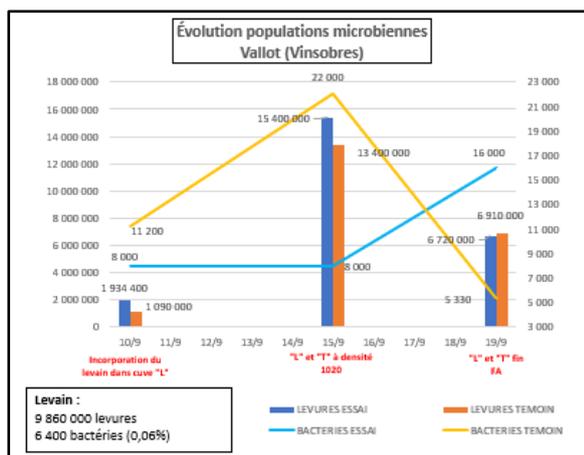


Au domaine de La Cabotte à Mondragon (Vaucluse), la progression de la population de levures est moins spectaculaire (l'incorporation du levain est intervenue quelques jours après le début du remplissage des cuves) mais leur nombre reste largement supérieur dans la cuve essai par rapport à la cuve témoin. Elles occupent ainsi le terrain, ne laissant que peu de place aux bactéries dont le niveau de bactéries chute également fortement.

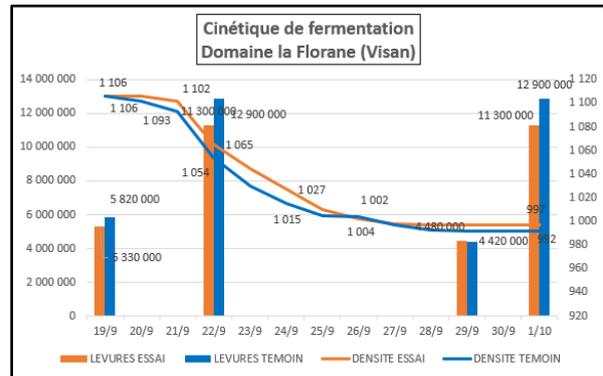
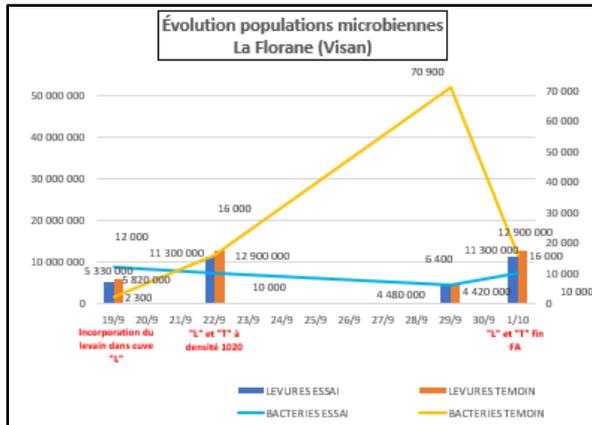
La cinétique de fermentation ralentit légèrement après la phase de croissance et la fin de fermentation intervient également avec un décalage de 2 jours entre la cuve essai et la cuve témoin.



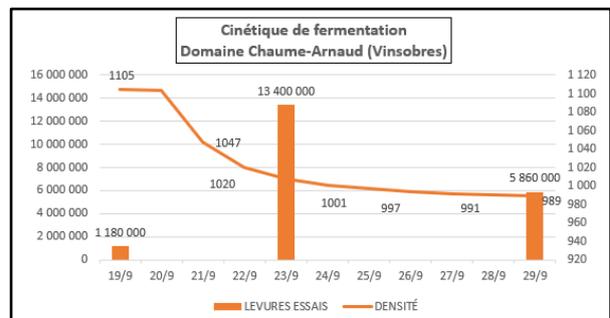
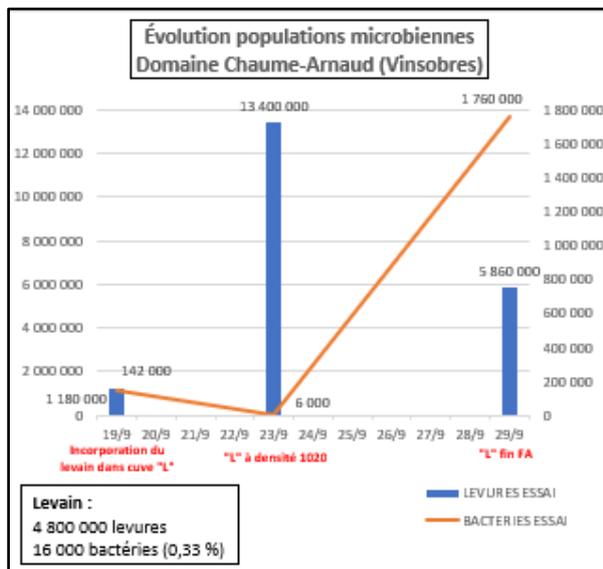
Au château des Amadiou à Cairanne (Vaucluse), le développement de levures semble avoir été plus important dans la cuve témoin, ce qui a permis aux bactéries de se développer à nouveau dans la cuve essai en fin de phase de croissance. L'incorporation du levain a été effectuée 2 jours après le début du remplissage des cuves. La cinétique de fermentation a fortement ralenti dans les deux cuves en fin de phase de croissance des levures. La fermentation s'est toutefois terminée avec 4 jours d'avance dans la cuve essai par rapport à la cuve témoin.



Au domaine Vallot à Vinsobres (Drôme), les cuves essai et témoin ont évolué exactement de la même façon. Le levain ayant été incorporé après un remplissage des cuves en plusieurs jours, la fermentation avait déjà débuté et l'effet du pied de cuve est sans doute négligeable. Néanmoins, les fermentations se sont bien déroulées avec une cinétique régulière et dans un délai raisonnable.



Au domaine de la Florane à Visan (Drôme), les cuves ont, là encore, suivi la même évolution. On peut se demander si l'une des explications tient dans la méthode de vinification. En effet, les cuves ont subi une macération préfermentaire à froid (15°C) pendant 4 jours avant l'incorporation du levain. Toutefois, on note un important développement bactérien dans la cuve témoin qui n'a pas empêché les fermentations de se terminer normalement.



Au domaine Chaume-Arnaud à Vinsobres (Drôme), l'essai ayant été mené dans une cuve de 120 hl, son remplissage a été effectué en 2 jours. La fermentation avait alors débuté. Par ailleurs, il a été impossible de remplir simultanément une autre cuve de même volume. Il n'y a donc pas de témoin pour cet essai. On note cependant l'important développement de levures pendant la première étape de la fermentation mais celles-ci laissent rapidement la place à des bactéries qui se retrouvent en grand nombre en fin de fermentation. La cinétique de fermentation suit malgré tout une progression quasi normale, malgré un ralentissement en fin de fermentation.

Le protocole établi a ainsi fait ses preuves. Dans les domaines où il a été respecté (ce qui est loin d'être évident en conditions réelles et en pleines vendanges), le pied de cuve est parti en fermentation dans 100% des cas. Une fois incorporé à la cuve, il a permis d'accélérer les fermentations, tout en favorisant l'implantation de levures indigènes, c'est-à-dire de levures de terroir, objectif recherché par les vigneron·nes en biodynamie. Des vigneron·nes finalement convaincus, à l'image de Yves-Jean Houser. « Les résultats ont parlé d'eux-mêmes, les fermentations se sont parfaitement déroulées. Et puisque cela fonctionne dans nos caves, pas seulement en conditions de laboratoire, nous savons que ce protocole est reproductible ! »

Les points clés de la réussite du pied de cuve :



- Maintenir une température du levain comprise entre 25 et 28°C,
 - Sulfiter à 5 g/hl,
 - Incorporer le pied de cuve dès le remplissage de la cuve et alors que la densité de celui-ci est encore supérieure à 1 050. En effet, si le remplissage de la cuve est effectué sur plusieurs jours, la fermentation aura déjà démarré.
- Suivre attentivement le déroulement des fermentations, notamment en réalisant éventuellement des analyses microbiologiques à certains moments clés mais surtout en procédant à des dégustations régulières du levain et des cuves.

A refaire !

La dégustation des cuves de l'essai, quant à elle, n'aura finalement pas montré de différence significative sur le plan organoleptique entre la cuveensemencée et la cuve témoin, les conditions du millésime n'ayant pas révélé de défaut majeur. D'où l'intérêt de renouveler l'essai dans des conditions qui pourraient s'avérer moins favorables lors de prochaines vendanges, à partir de raisins dont les taux d'azote et de potassium, l'acidité totale et le pH auraient été moins propices au développement des levures.

Les vigneron·nes qui ont participé aux essais sont aujourd'hui convaincus de l'efficacité d'intégrer un pied de cuve dans leur itinéraire de vinification, le plus en amont possible et non plus comme une solution de secours quand les fermentations ralentissent. Dans certains domaines où celles-ci ont eu du mal à se terminer, seules les cuves consacrées à l'essai ont conservé une cinétique de fermentation régulière. « C'est un grand pas en avant dans la sécurisation de nos fermentations », constate

LES 10 RÈGLES D'OR POUR RÉUSSIR UN PIED DE CUVE DE LEVURES INDIGÈNES EN BIODYNAMIE

-  **ANTICIPER** – Lancer le pied de cuve 2 à 4 jours avant récolte de la parcelle.
-  **RAMASSER UN RAISIN SAIN**
-  **MINIMUM 3% DU VOLUME DE LA CUVE FINALE**
-  **PHASE LIQUIDE** – PRESSER DIRECTEMENT SANS DÉBOURBER
-  **AJOUTER 5 g/l DE SO₂**
-  **MAINTENIR UNE TEMPÉRATURE DE 25 À 28 °C**
Éventuellement refroidir après le départ en fermentation pour maîtriser son développement en fonction de la date prévue d'incorporation.
-  **CONTRÔLER LA DENSITÉ** – chute de 20-30 points en 3-4 jours sinon inutilisable
-  **CLIQUER QUAND LA DENSITÉ PERD 30 pts : 5 mg/l**
-  **DÉGUSTER** – SURVEILLER L'ACIDITÉ VOLATILE
-  **INCORPORER À DENSITÉ COMPRISE ENTRE 1050 ET 1020**
entre cuve et pied de cuve < 5 °C




Eric Plumet. « Cette expérimentation, comme toutes celles que nous menons au sein de nos associations de vignerons biodynamistes, nous permet de continuer à nous remettre en question. Nous avons progressé ensemble en nous formant à la technique du pied de cuve mais aussi en partageant nos pratiques. C'est aussi l'occasion de vivre une belle aventure humaine ! »



