

Arrêts de fermentation, une solution efficace.

Olivier Fernandez,
Céline Bajard-Sparrow,
Patrice Pellerin
DSM Food Specialties
Montpellier - France ;
Peter Lankhorst
DSM Food Specialties
Delft - Pays-Bas.

Les arrêts fermentaires restent redoutés des œnologues car ils sont synonymes de soucis et de perte de temps. Leurs conséquences peuvent être graves lorsqu'ils entraînent des déviations organoleptiques ou une piqûre lactique rendant le vin difficilement commercialisable. Les causes d'arrêts et leur fréquence sont désormais mieux connues, ce qui a permis de développer de nombreux outils de prévention, tels que le levurage avec une souche sélectionnée, les apports d'azote et d'oxygène à mi-fermentation (Sablayrolles et al., 1996), les ajouts de produits plus complexes à base de levures inactivées (Lebrun et Pellerin, Revue des Œnologues).

Même si leur fréquence augmente avec les degrés alcooliques potentiels, les arrêts de fermentation ont de multiples causes. Ils se produisent avec une plus forte probabilité dans les moûts pauvres en azote assimilable, pour certains cépages comme le Chardonnay ou encore lors de traitements fongicides tardifs. Une maîtrise insuffisante des procédés de vinification (comme une température trop élevée ou une mauvaise réhydratation des levures) peut aussi augmenter leur fréquence. La production d'inhibiteurs par la levure elle-même est reconnue comme une des principales causes des arrêts de fermentation. En effet, la levure rejette dans le moût en fermentation des composés qui lui sont toxiques. Il s'agit de l'éthanol, du gaz carbonique et des acides gras saturés à chaîne moyenne (C6, C8 et C10). La multiplicité des causes d'arrêts leur confère donc un caractère peu prévisible. Par ailleurs, les redémarrages de fermentation n'aboutissent pas toujours à des résultats satisfaisants. DSM propose une solution curative originale : les écorces de levures Extraferm[®], obtenues selon un nouveau procédé de fabrication, en combinaison avec Fermichamp[®] (sélection n° 67J INRA Narbonne), une souche de levure spécialement adaptée aux conditions peu favorables rencontrées dans les moûts arrêtés.

Les écorces de levure Extraferm[®] détoxifient les moûts

Le premier réflexe à adopter face à un arrêt de fermentation est de purifier et de détoxifier le moût. L'objectif est de le rendre plus favorable à la croissance et à l'activité des levures de reprise, principalement en éliminant les acides gras saturés à chaîne moyenne. En effet, ces composés inhibent le transport du sucre à l'intérieur de la cellule (Larue *et al.*, 1982 ; Salmon *et al.*, 1993). Leur adsorption par les enveloppes cellulaires de levure, couramment appelées « écorces », permet une levée de l'inhibition. (Lafon-Lafourcade *et al.*, 1984). Pour cette raison, elles ont été autorisées comme adjuvants de reprise de fermentation. Les écorces (ou parois cellulaires) résultent de l'élimination du contenu cytoplasmique des levures, par

autolyse en conditions contrôlées, suivi de centrifugation. Leurs avantages ne se limitent pas à ce rôle de détoxifiant puisqu'elles apportent également des éléments nutritifs tels que stérols et acides gras à longue chaîne insaturée. Considérés comme des "facteurs de survie" des levures, ces composés augmentent la viabilité de la souche de reprise en fin de fermentation.

Les écorces classiques présentent toutefois des facteurs limitants. En effet, elles peuvent transmettre au vin une odeur de levure, et cela pour des doses d'utilisation faibles (à partir de 20 g/hl). De plus, leur efficacité en détoxification est parfois limitée. En raison de ces caractéristiques, elles n'ont pas toujours rencontré le succès escompté et leur utilisation en reprise de fermentation est restée limitée.

HALO, un procédé de production innovant

DSM a développé ce process de production HALO (High Adsorption Low Odour) afin d'obtenir des écorces de levures dépourvues d'odeur (même lorsqu'elles sont employées à forte dose) et très forte capacité adsorbante. Les écorces issues de ce procédé novateur sont désormais commercialisées sous la marque Extraferm®. Leur efficacité a été vérifiée en laboratoire sur des solutions modèles selon la méthode du Codex œnologique international. Une solution hydro-alcoolique contenant 3 mg/l d'acide décanoïque a été traitée par des doses croissantes (100 à 800 mg/l) d'écorces Extraferm®. Après homogénéisation et un temps de contact de 20 h à température ambiante, les acides gras ont été dosés par RMN. L'analyse RMN a démontré (figure 1) que les écorces Extraferm® ont une meilleure capacité d'adsorption des composés toxiques que les écorces classiques. En solution modèle et à la dose de 40 g/hl, 30 % de l'acide décanoïque est éliminé.

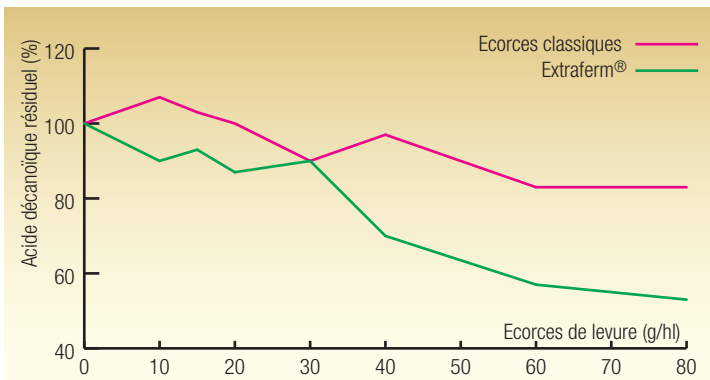


Figure 1 :
Diminution de la teneur en acide décanoïque d'une solution modèle traitée par Extraferm®.

Ces tests en laboratoire ont également révélé d'autres propriétés intéressantes de ces écorces : elles libèrent de la choline et de la glycéro-phosphoryl-choline, composés jouant un rôle de régulateur de la biosynthèse des acides gras.

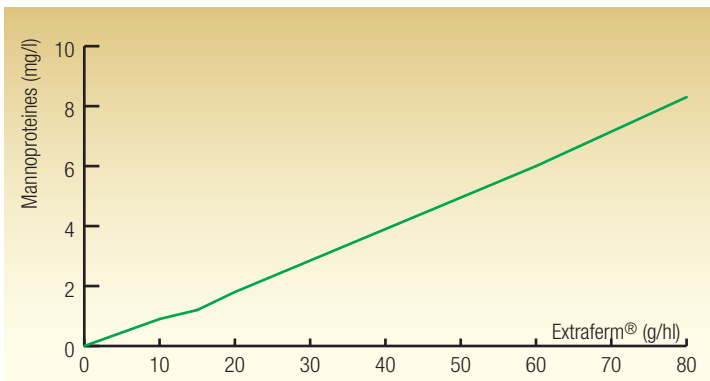


Figure 2 :
Libération des mannoprotéines dans une solution modèle traitée par les écorces de levure Extraferm®.

D'autre part, ces écorces de levure ont une plus forte capacité à libérer des mannoprotéines (figure 2). Cette propriété est intéressante car elle peut permettre de compenser en partie l'incidence négative sur le volume en bouche final

du vin du soutirage, qui accompagne en général toute procédure de reprise de fermentation.

Des utilisations concluantes en caves

L'intérêt technique des écorces de levure Extraferm® a été confirmé au cours de tests d'application en cave réalisés en France, Allemagne et Portugal lors de la campagne 2004. Des tests sur vins blancs arrêtés ont confirmé l'absence d'odeur de levure et cela même pour des traitements des moûts à dose très élevée (jusqu'à 100 g/hl, la dose limite étant fixée à 80 g/hl). Après reprise et fin de la fermentation, ces vins traités à 30 ou 100 g/hl ont été soumis à une analyse sensorielle pour déterminer leur caractère "odeur de levure" (0 = aucune "odeur de levure" perçue, 5 = "odeur de levure" très marquée). Les résultats (tableau 1) confirment l'efficacité du procédé de production HALO qui évite l'odeur de levure des enveloppes cellulaires et permet donc de conserver la typicité du vin.

Vins	Dose d'écorces de levures	Témoin	Écorces classiques	Extraferm®
Vin A	30	0	1	0
Vin B	30	0	5	2
Vin C	100	0	5	0
Vin D	100	0	5	1
Vin E	100	0	4	0

Tableau 1 :
Intensité de l'odeur de levure (évaluée de 1 à 5) dans des vins traités par diverses écorces de levure.

Lors de tests de reprise de fermentation menés en Alsace sur des moûts arrêtés de Sylvaner, les écorces Extraferm® ont permis une reprise nette et complète de la fermentation. Les moûts arrêtés titraient 66 g/l de sucres résiduels pour un TAV acquis de 9 % vol et une acidité volatile de 0,4 g/l H₂SO₄. De tous les protocoles de reprise testés (écorces de levures classiques, apport de phosphate diammonique, d'oxygène), c'est le traitement du moût arrêté par 30 g/hl d'Extraferm® (figures 3 et 4) qui a donné les meilleurs résultats sur la durée de refermentation (13 jours) comme sur les paramètres analytiques (sucres résiduels et acidité volatile).

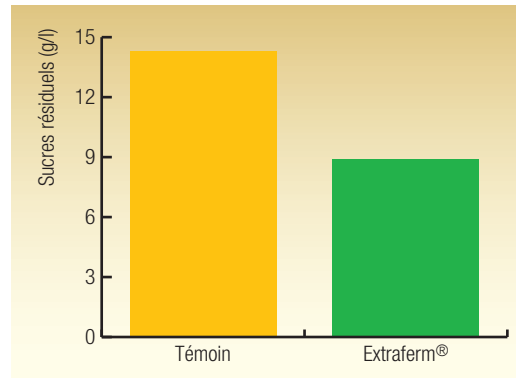


Figure 3 : Sucres résiduels après 13 jours de reprise de fermentation d'un moût de Sylvaner arrêté.

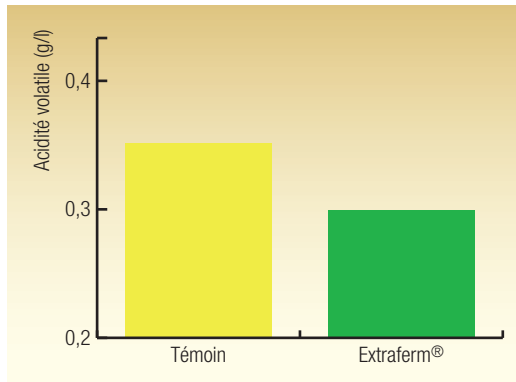


Figure 4 : Acidité volatile après 13 jours de reprise de fermentation d'un moût de Sylvaner arrêté.

Fermichamp®, une levure de reprise fructophile très résistante à l'alcool

Un moût arrêté, même détoxifié, reste hostile au développement des levures. Ce milieu contient en effet une quantité élevée d'éthanol et est très appauvri en azote assimilable et en nutriments. De plus, la répartition des sucres fermentescibles a été considérablement modifiée au cours de la fermentation. Alors que les moûts de raisin sont composés de glucose et de fructose en quantité égale, le glucose est fermenté de manière préférentielle par les levures.

Le rapport fructose/glucose s'accroît donc tout au long de la fermentation. Le fructose représente 70 % des sucres fermentescibles dès la mi-fermentation et plus de 95 % en deçà de 20 g/l de sucres résiduels. L'ensemble de ces conditions définit les qualités d'une levure de reprise de FA :

- résistance élevée à l'alcool,
- besoins nutritionnels limités,
- capacité à fermenter le fructose.

L'intérêt du caractère fructophile

La plupart des souches utilisées en reprise de fermentation sont classées dans l'ancienne sous-espèce *Saccharomyces cerevisiae bayanus*. Si elles sont connues pour leur résistance à l'éthanol, elles ne présentent pas en revanche de capacité particulière pour la fermentation du fructose et fermentent préférentiellement le glucose comme la plupart des souches de *S. cerevisiae*. Cette faible capacité à métaboliser le fructose entraîne une efficacité de reprise limitée, indépendamment de la résistance à l'éthanol. Cette difficulté s'accroît pour les faibles teneurs en sucres résiduels où le fructose est très largement majoritaire.

Fermichamp®, souche n° 67 J de l'INRA Narbonne, possède une résistance élevée à l'alcool, supérieure à 16 %, et présente une meilleure capacité à fermenter le fructose que la majorité des levures œnologiques sélectionnées. Cette propriété peut être observée par le suivi des teneurs respectives en glucose et fructose au cours de la fermentation

d'un moût, la différence entre ces deux sucres étant beaucoup moins accentuée avec Fermichamp® qu'avec les autres levures œnologiques (tableau 2). Cette meilleure affinité pour le fructose confère à Fermichamp® un avantage considérable pour l'utilisation en reprise de fermentation. Cette levure bénéficie également d'une technologie de production appropriée, permettant d'obtenir une viabilité maximale sans utilisation d'activateur particulier lors de sa réhydratation. Celle-ci doit toutefois être réalisée selon le protocole recommandé

	Levure œnologique de référence (Fermivin®)	Fermichamp®
Moût initial	50	50
Mi-fermentation	70	55
Fin de fermentation	95	60

Tableau 2 : Concentration relative en fructose (en % des sucres résiduels totaux).

Comparaison de l'efficacité de quatre souches de reprise de fermentation

Au cours d'une étude réalisée en collaboration avec des unités de Recherche INRA de Pech-Rouge et de Montpellier, quatre souches préconisées en reprise de fermentation ont été comparées.

Un moût arrêté a été obtenu par fermentation incomplète d'un moût de Chardonnay très clarifié (5 NTU), désoxygéné, sans ajout de nutriments (azote ammoniacal 300 mg/l) pour un TAP initial de 12,5 %. Ce moût a étéensemencé à 5 g/hl avec une souche de levure connue pour ses fins de fermentation délicates. L'arrêt de fermentation qui a suivi a donné un moût aux caractéristiques suivantes : TAV acquis de 11,8 % vol. pour 15,5 g/l de sucres résiduels. Après un sulfitage à 5g/hl suivi d'un soutirage, le moût a été réparti en fermenteurs de 1 litre avant ensemencement à 30 g/hl par les différentes souches testées. Tous les essais ont été réalisés en double et la souche Fermichamp® s'est bien confirmée comme la plus efficace de ces 4 levures de reprise de fermentation (figure 5).

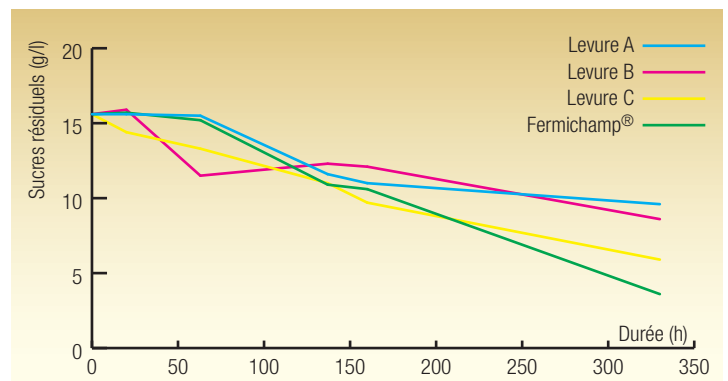


Figure 5 : comparaison de 4 souches de levure de reprise de fermentation sur un moût de Chardonnay arrêté (valeurs moyennes des essais en double).

Intérêt de l'utilisation combinée

Sur ce même moût de Chardonnay arrêté, deux protocoles de reprise ont été comparés :

- Le traitement "classique" : sulfitage à 5 g/hl et soutirage avant le réensemencement.
- Une modalité "complète" : sulfitage à 2 g/hl, traitement du moût aux écorces de levures à 20 g/hl, soutirage avant réensemencement..

Le traitement du moût selon le protocole complet a permis des reprises de fermentation plus rapides et plus complètes pour les 4 souches testées, les meilleurs résultats étant obtenus de nouveau avec la souche Fermichamp® (figure 6).

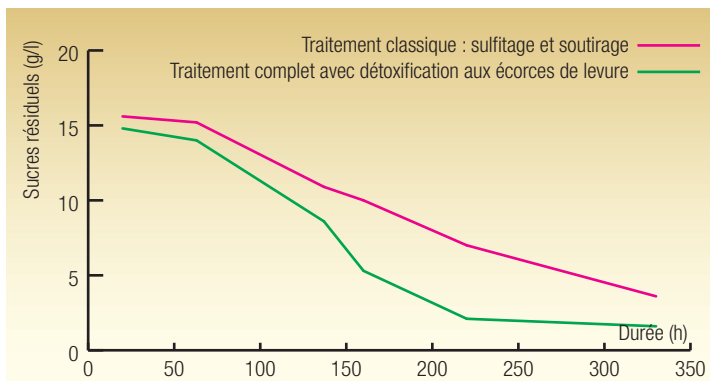


Figure 6 : Comparaison de protocoles de traitement d'un moût arrêté. Levurage de reprise avec la souche Fermichamp®.

L'effet du traitement aux écorces était plus marqué avec les autres souches de reprise (figure 7).

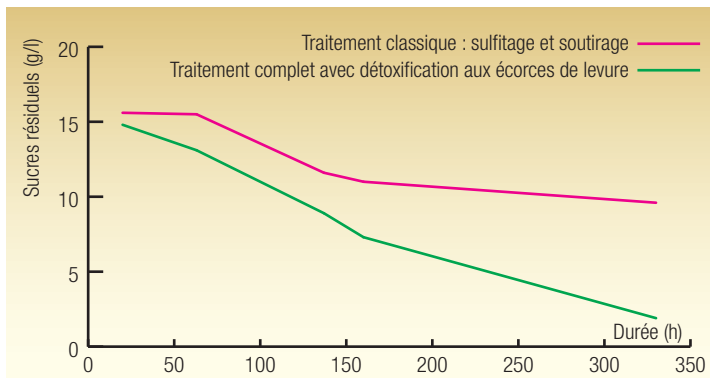


Figure 7 : Comparaison de protocoles de traitement d'un moût arrêté. Levurage de reprise avec la souche A.

Ce résultat est d'autant plus remarquable que l'arrêt de fermentation dans cet essai avait été provoqué par le choix de conditions initiales difficiles de fermentation, couplée à un levurage insuffisant (5 g/hl) et ne semblait pas lié a priori à la présence de substances toxiques comme les acides gras à courtes chaînes. Cette étude confirme donc que le traitement des moûts arrêtés aux écorces de levure trouve un intérêt indépendamment de la cause de l'arrêt.

Conclusion

Lorsque, malgré les précautions prises par l'œnologue, un arrêt de fermentation survient en cave, il est essentiel réussir rapidement le redémarrage de la fermentation afin d'éviter les risques de déviations organoleptiques ou de piqûre lactique. La solution proposée par DSM, l'utilisation conjointe des écorces de levure Extraferm® et de la souche fructophile Fermichamp®, a prouvé son efficacité en laboratoire et en cave.

Remerciements :

les auteurs remercient Evelyne Aguerra de l'Unité Expérimentale d'Oenologie INRA de Pech-Rouge et Christian Picou de l'UMR Sciences pour l'œnologie de l'INRA Montpellier pour leur support dans la réalisation des essais de reprise de fermentation.

Arrêt de fermentation Que faire ?

Protocole pour une cuve de 100 hl

Sur la cuve arrêtée

- 1 • Sulfitez le vin entre 2 et 3 g/hl et associez avec du Delvozyme® (25-30 g/hl).
- 2 • Ajoutez Extraferm® à 30-40 g/hl.
- 3 • Ramenez la température de la cuve autour de 20° C.
- 4 • Dix à douze heures après, réalisez un soutirage des lies grossières.
- 5 • Pendant ce temps, préparez le levain de reprise de fermentation.

Préparation du levain

- 1 • Incorporez 1,5 kg de sucre dans 30 litres d'eau à 35-38° C.
- 2 • Incorporez 3 kg de Fermichamp® à la solution sucrée.
- 3 • Laissez reposer 30 mn.
- 4 • Ajoutez 40 litres d'eau tiède à 40° C.
- 5 • Mélangez 10 kg de sucre et 14 litres du vin en arrêt pour réaliser une liqueur sucrée et ajouter 45 g de Maxaferm®.
- 6 • Mélangez la levure réhydratée à la liqueur sucrée.
- 7 • Maintenez le mélange à 20° C pendant 24 h et laissez descendre la densité à 995.
- 8 • Incorporez ce levain à la cuve préalablement détoxifiée avec Extraferm®.