

La fermentation malolactique : bactéries, fonctionnement, conséquences et pilotage

Emy HEGUIAPHAL

Institut Français de la Vigne et du Vin

Château de la Frémoire 44120 Vertou

Tel : 06 76 42 94 14

Mail : emy.heguiaphal@vignevin.com

Résumé

La fermentation malolactique ou plus communément appelée FML est une transformation de l'acide L-malique en acide L-lactique par les bactéries lactiques telles que *Oenococcus oeni* ou *Lactiplantibacillus plantarum*.

Bien qu'étant une étape optionnelle en œnologie, elle est indispensable dans certains itinéraires. Sa maîtrise est nécessaire pour garantir la qualité finale du vin. Selon les cas, elle peut être désirée ou subie. De plus, en fonction des paramètres de la matrice, elle peut soit se faire de manière spontanée par les bactéries indigènes ou alors être déclenchée par l'apport de microorganismes sélectionnés. Malgré un ajout de bactéries sélectionnées, le déclenchement et la réalisation complète de la FML n'est pas toujours garanti et peut, de plus, apporter des déviations.

Dans un contexte d'évolution des pratiques avec notamment la baisse de l'utilisation des intrants (et plus particulièrement du SO₂ et donc l'augmentation des déviations) et de changement climatique (modification des matrices avec hausse du pH et du TAV notamment), la compréhension et la maîtrise de la fermentation malolactique devient importante afin de continuer à produire des vins de qualité.

Différents leviers existent afin de piloter la FML pour répondre aux problématiques et aux objectifs produits : le mode d'ensemencement, le moment d'inoculation ou encore les bactéries utilisées (sélectionnées ou indigènes).

Mots clés :

Bactéries lactiques, *Oenococcus oeni*, Fermentation malolactique, Pilotage, Déviations

Question / Réponse n°1

Introduction : Qu'est-ce que la fermentation malolactique ? Quels sont ses intérêts ?

La fermentation malolactique (FML) est une étape indispensable de la vinification des vins rouges et de nombreux vins blancs. La principale transformation de la FML est la conversion de l'acide malique en acide lactique et dioxyde de carbone. L'acide malique est présent à des teneurs de quelques grammes par litre dans les moûts de raisin et de pomme. Il a un goût acide prononcé qui confère de la « dureté » au vin. Sa conversion en acide lactique, plus doux, contribue fortement à l'assouplissement du vin.

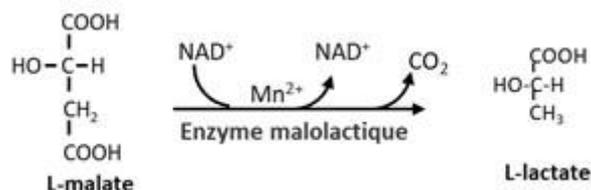


Figure 1 : Dégradation de l'acide malique en acide lactique et CO₂ lors de la FML

La FML est réalisée par les bactéries lactiques, et presque toujours par l'espèce *Oenococcus oeni*, qui est la mieux adaptée aux vins grâce à sa très bonne résistance à l'acidité et à l'éthanol. Pendant toute la durée de la FML, le métabolisme de la bactérie produit ou dégrade de nombreux autres composés, tels que des arômes, des précurseurs d'arômes, des acides aminés ou des sucres, qui ont un impact plus ou moins important sur la qualité du vin.

Ainsi, le deuxième intérêt de la FML qui est recherché dans les vins est son impact sur la qualité aromatique. En général, la FML diminue les notes végétales et apporte des notes lactées, fruitées, toastées ou boisées. L'impact aromatique le plus fréquent est lié à la production de diacétyle lors du métabolisme de l'acide citrique. Le diacétyle a un arôme beurré qui améliore le bouquet des vins quand il est présent à des teneurs faibles, mais il apporte de la lourdeur au-delà de 5-7 mg/l. *O. oeni* métabolise aussi l'éthanal produit par les levures au cours de la fermentation alcoolique, ce qui diminue le caractère « végétal, oxydé » des vins et améliore leur qualité.

Le troisième intérêt de la FML est l'amélioration de la stabilité microbiologique. En effet, en éliminant l'acide malique et d'autres composés du moût utilisables par des microorganismes, la FML limite le risque de développement microbien lors de l'élevage et de la conservation.

Question / Réponse n°2

Comment peut-on piloter la fermentation malolactique ?

Le moment d'ensemencement : plusieurs moments d'ensemencement sont possibles afin de piloter la FML en fonction des conditions de la matrice et des objectifs produits :

- La co-inoculation (*Oenococcus oeni* et *Lactobacillus plantarum*) : inoculation des bactéries directement en moût au même moment que l'inoculation des levures ou entre 24 et 48h après. Elle permet de réaliser la FML plus rapidement avec une meilleure implantation.
- L'inoculation « précoce » (*Oenococcus oeni*) : inoculation au 2/3 de la fermentation alcoolique
- L'inoculation séquentielle (*Oenococcus oeni*) : inoculation en post fermentation alcoolique, classiquement.

Le mode d'ensemencement : plusieurs modes d'ensemencement sont possibles :

- Le levain bactérien : Ensemencement d'une population d'environ 10⁶ bactéries sèches actives sélectionnées. Permet de limiter le risque d'altérations.

- Le Pied de cuve bactérien : Ensemencement de bactéries acclimatées à partir de lies. L'ajout de cette population de bactéries actives permet de limiter la phase de latence entre la fin de la FA et le démarrage de la FML.
- Bactéries indigènes : Réalisation de la FML par les bactéries indigènes présentes naturellement dans le vin (FML spontanée). Le risque d'altérations est plus important et le démarrage de la FML n'est pas assuré (en fonction des conditions initiales de la matrice).

Les moyens de bloquer la FML :

- Les sulfites
- Le lysozyme : hydrolyse les parois des cellules. Mais attention aux problèmes d'allergies et d'irritation. Non autorisé en bio.
- Le chitosan : Autorisé en bio.
- L'acide fumarique : bactéricide. Non autorisé en bio.

Question / Réponse n°3

Comment sélectionne-t-on une bactérie pour un levain commercial ?

Le processus de sélection d'une bactérie pour un levain commercial se divise en plusieurs étapes :

- Prélèvements de vins en FML spontanée afin de récupérer des bactéries indigènes
- Mise en culture des vins sur un milieu adapté, isolement des colonies de bactéries et mise en collection dans un congélateur à -80°C dans un Centre de Ressources Biologiques
- Caractérisation des souches mises en collection : géotypage et phénotypage
- **Géotypage** : détermination de la structure génétique d'un organisme
 - o Etude la diversité :
 - Identification interspécifique : la technique 16S ARDRA permet une identification des espèces.
 - Identification intraspécifique : les techniques RAPD, ALFP ou encore VNTR permettent de différencier les souches à des degrés plus ou moins importants.
 - o Intérêt œnologique : Sélection de souches pour les levains malolactiques : critères de sélection génétique avec la détection de « gènes d'intérêt » ou de « gènes d'altération ».
- **Phénotypage** : caractérisation du phénotype, l'ensemble des caractères apparents d'un individu, correspondant à une réalisation du géotype.
 - o En petit volume (échelle laboratoire) :
 - Screening d'une collection de bactéries pour mesurer la capacité fermentaire dans différentes conditions
 - Définition des fenêtres d'application en fonction des facteurs influençant
 - o En grand volume (échelle cave pilote) :
 - Test de capacité fermentaire à partir de bactéries sèches sur plusieurs matrices en volume plus importants afin de pouvoir déguster.

Ce processus prend environ 3 à 5 ans.

Question / Réponse n°4

Quelles sont les altérations possibles liées au développement des bactéries lactiques ?

Plusieurs altérations liées au développement des bactéries lactiques sont possibles, elles sont de plus en plus fréquentes à cause des changements de pratique. Voici une liste non exhaustive :

- **Pique lactique** : production d'acide acétique (et mannitol) à partir des sucres. Formation de quantité importante d'acide acétique et donc montée de l'acidité volatile lors de développement de bactéries dans un milieu riche en sucres (arrêt de fermentation, fermentation languissante, vins de liqueur etc. Elle peut donner un goût « piqué » et/ou « fromagé ».

- **Maladie de la tourne** : dégradation de l'acide tartrique en acide acétique, acide lactique et acide succinique. Le vin s'affadit et devient gazeux en perdant sa fraîcheur de son acidité (perte de couleur pour les rouges).
- **Maladie de l'amertume** : dégradation du glycérol en acroléine. Formation de l'acroléine qui est un aldéhyde utilisé pour la fabrication de matières plastiques, de parfums etc. Par réaction avec les polyphénols du vin essentiellement les anthocyanes, l'acroléine provoque l'apparition de saveurs amères.
- **Maladie de la graisse (ou maladie des vins « filants »)** : formation de glucane (exopolysaccharides). Augmentation de la viscosité du vin en le rendant filant et gras.
- **Goûts de souris** : formation de N hétérocycles à partir de la lysine et l'ornithine. Formation de molécules détectables uniquement en bouche donnant un goût « popcorn » ou « charcuterie » ou « riz » ou « cage de rongeur ».
- **Amines biogènes** : production d'amines biogènes à partir de la décarboxylation des acides aminés. Production de molécules (putrescine histamine tyramine) ayant une incidence sur la santé (maux de têtes) ou pouvant créer un effet de « masque » aromatique.

Conclusion :

Bien qu'étant une étape optionnelle en œnologie elle est indispensable dans certains itinéraires.

De plus, en fonction des paramètres de la matrice, elle peut soit se faire :

- De manière spontanée par les bactéries indigènes
- Ou alors être déclenchée par l'apport de microorganismes sélectionnés
- Ou par l'apport d'un pied de cuve préparé à partir de lies.

Malgré un ajout de bactéries, le déclenchement et la réalisation complète de la FML ne sont pas toujours garantis et peut, de plus, apporter des déviations.

Avec l'évolution des pratiques comme la baisse de l'utilisation des intrants (plus particulièrement du SO₂) ou le changement climatique (modification des matrices avec hausse du pH et du TAV notamment), aujourd'hui la compréhension et la maîtrise de la fermentation malolactique deviennent importantes afin de continuer à produire des vins de qualité.

Perspectives :

- **Démarrage en 2023 d'un projet CASDAR : « VePi VICI ; Vers le Pilotage de la Fermentation Malolactique pour maîtriser la Qualité des Vins et Cidres de demain »**
 - 1. Fiabiliser le déclenchement de la FML selon les conditions du moût initial et de fermentation alcoolique (FA) en adaptant le choix des bactéries, basé sur leur caractérisation génétique et phénotypique, ou en ajustant les conditions fermentaires (vins de bouche, cidres, vins de base de distillation),
 - 2. Proposer des solutions pour piloter des FML de qualité en utilisant les acquis précédents pour opérer des choix de souches et technologiques.
- **Volonté de travailler en région sur la thématique** → si vous êtes intéressé, n'hésitez pas à nous contacter!