

La fermentation malolactique dans les vins

Mécanismes et applications pratiques

Vincent Renouf

TEC
& DOC

Lavoisier

La fermentation malolactique dans les vins

Mécanismes et applications pratiques

Vincent Renouf

Docteur-ingénieur en œnologie



www.editions.lavoisier.fr

Chez le même éditeur

Analyses et décisions en œnologie – Guide pratique du laboratoire et de la cave
C. Bonder, 2014

Le vin – De l'analyse à l'élaboration (6^e éd.)
D. Delanoë, C. Maillard, D. Maisondieu, 2012

Microbiologie du vin – Bases fondamentales et applications
A. Lonvaud-Funel, V. Renouf, P. Strehaiano, 2010

Les bactéries lactiques en œnologie – Connaissances actuelles
H. Alexandre, C. Granvalet, M. Guilloux-Benatier, F. Remize-Barnavon,
R. Tourdot-Maréchal, 2008

Le vin – Composition et transformations chimiques
P. Taillandier, J. Bonnet, 2005

Erysiphe necator
Collection « Monographies de microbiologie »
M.-F. Corio-Costet, 2007

Bases scientifiques et technologiques de l'œnologie (2^e éd.)
BAC PRO CGEA, option Vigne et vin – Manuels TEAM
G. Girard, 2012

Bases scientifiques et technologiques de la viticulture (2^e éd.)
BAC PRO CGEA, option Vigne et vin – Manuels TEAM
G. Girard, 2010

L'œnologie (7^e éd.)
Collection « Agriculture d'Aujourd'hui »
C. Navarre, F. Langlade, 2010

Le champagne – De la tradition à la science
B. Duteurtre, 2010

Les eaux de vie traditionnelles d'origine viticole
A. Bertrand, 2008

Manuel de viticulture (11^e éd.)
A. Reynier, 2011

Traité de viticulture de terroir – Comprendre et cultiver la vigne pour produire un vin de terroir
R. Morlat, 2010

Les climats sur les vignobles de France
R.-P. Dubrion, 2010

Direction éditoriale : Emmanuel Leclerc

Édition : Mélanie Kucharczyk

Fabrication : Estelle Perez

Mise en pages : Beugin Marc & Sophie

Couverture : Compo-Méca, Mouguerre (64)

Impression : EMD, Lassay-les-Châteaux

Remerciements

Ce livre compile dix années de travail en microbiologie du vin et regroupe tous les informations acquises lors d'expérimentations au laboratoire et en caves réalisées grâce au soutien de nombreux collaborateurs, chercheurs, praticiens et amis que je tiens ici à remercier fortement. Un grand merci donc à Frédéric Ardouin, Cécile Arfeuillère, Guillaume Antalick, Fabrice Bacquey, Philippe Baillarguet, Cécile Bernier, Damien Bielle, Gabriel Bordes, Jean-Claude et Olivier Berrouet, Bertrand Braz, Vincent Cachau, Olivier Claisse, Jean-Emmanuel Danjoy, Grégoire Duthoit, Frédéric Faure, Laetitia Faux, Hélène Genin, Emmanuel Gindreau, Charlotte Gourraud, Julie et Baptiste Guinaudeau, Philippe Guillomet, Morné Kemp, Stéphane Laguerche, Rodrigo Laytte, Alexandra Lebossé, Philippe Louazil, Élodie Mallet, Blanche et Jean-Philippe Masclef, Jean-René Matignon, Pierre Meilheuc, Christophe Meyer, Damien Michel, Vincent Millet, Cécile Miot-Sertier, Nicolas Rondeau, Guillaume Pouvaret, Thomas Stonestreet, Sébastien Revel, Dominique Trioné, Tertius Van Der Westhuizen, Laure Vatin, Alain Vauthier, Mariette Veysièrre, Raphaële Verdier, Jean-Charles Vicard, Anthony Yaigre, Aimeric Yzard, et bien d'autres...

Ce livre est aussi l'occasion d'exprimer toute ma reconnaissance aux personnes qui m'ont lancé, aidé et guidé durant toutes ces années : Aline Lonvaud-Funel et Pierre Strehaiano, Marie-Laure Murat et Luc Laffort.

À Laetitia, Julie, maman et papa.

Vincent Renouf

Table des matières

Première partie

Les mécanismes fondamentaux de la fermentation malolactique

Chapitre 1

La fermentation malolactique dans les vins	3
1. Pourquoi la fermentation malolactique dans les vins ?	3
2. Bases biochimiques de la fermentation malolactique	10

Chapitre 2

Les effets œnologiques de la fermentation malolactique	15
1. La désacidification	15
2. L'évolution organoleptique	17
3. La stabilité microbienne	21

Chapitre 3

Les autres conséquences de la fermentation malolactique dans les vins	23
1. L'augmentation de l'acidité volatile	23
2. La dégradation de l'acide citrique	24
3. L'effet sur la combinaison du SO ₂	28
4. La FML et la couleur des vins rouges	30
5. Les polysaccharides des bactéries de la FML	31

Chapitre 4

Bactéries lactiques et microbiologie générale	33
1. Petit historique de la bactériologie	33
2. Brefs rappels de bactériologie générale	36
3. Quelques techniques d'études des bactéries lactiques du vin	39

Chapitre 5

Fermentation malolactique et œnologie	47
1. Les bactéries lactiques œnologiques	47
2. Les risques d'altération liés à certaines bactéries lactiques	54
2.1. La piqûre lactique	54
2.2. La dégradation du glycérol et la production d'acroléine : maladie de l'amertume	55
2.3. La production de tétrahydropyridines et de 4-vinylphénol et le 4-vinylgaïacol	55
2.4. La maladie de la graisse ou des vins filants	58
2.5. La dégradation de l'acide tartrique : maladie de la tourne	58
2.6. La production de mannitol : piqûre mannitique (goûts aigres)	59
3. Cas particuliers des amines biogènes	59
4. Pourquoi une FML tardive et/ou languissante est également source d'altérations ?	64
5. Les techniques de suivis des bactéries lactiques au laboratoire d'œnologie	66

*Deuxième partie***Les applications de la fermentation malolactique***Chapitre 6*

Les bactéries de la fermentation malolactique au sein du consortium microbien œnologique	77
1. La fermentation malolactique dans les vagues microbiennes de la vinification	77
2. Les interactions levures de la FA/bactéries lactiques de la FML	86
2.1. Description des interactions	86
2.2. Outils de maîtrise de ces interactions	91
3. Les interactions entre les bactéries de la FML et <i>Brettanomyces bruxellensis</i>	97
4. Les interactions entre bactéries	99
4.1. Les interactions entre bactéries lactiques	99
4.2. Les interactions bactéries acétiques/bactéries lactiques	103

Chapitre 7

Les interactions entre les bactéries de la FML et les caractéristiques du vin	105
1. Les paramètres « classiques » du vin exerçant un effet notable sur les bactéries de la FML	105
2. Le rôle essentiel de l'acide-L-malique	110
3. Le rôle tout particulier des acides gras à courte et moyenne chaîne	110
4. Les composés phénoliques	114
5. La nutrition des bactéries de la FML	115
6. Les bactériophages	122

Chapitre 8

Les outils pratiques de caractérisation et de maîtrise de la fermentescibilité malolactique.	125
1. Estimer la fermentescibilité malolactique.	125
2. Maîtriser l'état microbiologique du vin	131

Chapitre 9

L'utilisation raisonnée des levains malolactiques	139
1. Les levains malolactiques	139
2. La sélection des levains malolactiques	140
3. Les évolutions des levains malolactiques	144
4. Les techniques d'inoculation	145
4.1. L'inoculation par activation.	145
4.2. L'inoculation directe	146
4.3. L'inoculation à acclimatation finale au chai.	147
4.4. Choisir le type d'inoculation et contrôler son efficacité	149
5. Coût d'un levain malolactique versus coût d'une FML indigène	152

Chapitre 10

Les cas particuliers d'utilisation des levains malolactiques	157
1. Les protocoles de reprises de fermentation malolactique.	157
2. Le cas des vins à pH extrêmement bas	160
3. Le cas des vins à faible teneur en acide-L-malique < 1 g/l	162
4. Le cas des vins issus de vendanges thermotraitées.	166
5. Quelques situations particulières rencontrées sur le terrain	168
5.1. Bactéries et ajout de bentonites.	168
5.2. Bactéries et ajout de tanins.	169
5.3. Bactéries et centrifugation	170
5.4. Que faire en cas de sulfitage accidentel (ou de teneurs élevées en SO ₂ résiduel) ?	172

Chapitre 11

La co-inoculation levures/bactéries	177
1. Le principe de la co-inoculation levures/bactéries	177
2. Les avantages de la co-inoculation levures/bactéries	181
2.1. L'assurance de la réalisation de la FML et le gain de temps	181
2.2. La prévention du développement des germes d'altération	185
2.3. La gestion économique et écologique de la FML	187
3. Les règles de la mise en œuvre des co-inoculations	189
4. Les impacts de la co-inoculation sur la qualité des vins	196
4.1. L'effet sur l'acidité volatile	196
4.2. L'effet sur la stabilité microbienne du vin	198
4.3. La couleur des vins rouges	200
4.4. Les impacts sur les qualités organoleptiques des vins rouges	203
4.5. Les impacts sur les qualités organoleptiques des vins blancs	208
Conclusion	213
Références bibliographiques	217
Index	221

La fermentation malolactique dans les vins

À chaque étape de l'élaboration du vin, le vinificateur n'est pas seul ; il cohabite avec d'invisibles « collègues » : les micro-organismes. Chaque vinificateur se doit de bien connaître les micro-organismes qui agissent dans son moût puis dans son vin, et de distinguer ceux qui peuvent être bénéfiques ou au contraire préjudiciables. Ces dernières années, les méthodes d'analyse génétique ont considérablement fait progresser la microbiologie du vin. La fermentation malolactique et les bactéries lactiques du vin ont été pleinement concernées par cet essor des connaissances scientifiques.

La fermentation malolactique est une étape relativement récente dans le processus d'élaboration des vins, mais d'une importance considérable. Tous les travaux réalisés en amont (qualité des raisins, déroulement de la fermentation alcoolique) et en aval (élevage, stabilisation et préparation du vin à son conditionnement) peuvent être affectés par son déroulement. Cependant, la fermentation malolactique reste bien souvent une étape de la vinification aléatoire et insuffisamment maîtrisée.

Cet ouvrage est le **premier travail de synthèse** qui aborde à la fois les bases scientifiques fondamentales sur les bactéries lactiques du vin et le processus de fermentation malolactique, les développements récents de la recherche (dans sa première partie) et des situations rencontrées en production, au travers de nombreuses expérimentations et observations de terrain (dans sa seconde partie).

Illustré de nombreux exemples précis et de protocoles détaillés, cet ouvrage s'adresse à **tous les praticiens et professionnels du vin**. Les œnologues, les producteurs, les laboratoires et les étudiants en œnologie y trouveront de nombreuses informations techniques leur permettant de mieux appréhender la complexité de la fermentation malolactique, d'optimiser son déroulement dans leur chai, ainsi que les outils adaptés pour solutionner certaines situations problématiques précises. Les chercheurs y trouveront les applications pratiques de leurs travaux et des voies d'amélioration possibles afin de mieux répondre aux problématiques de terrain rencontrées au quotidien par les praticiens.

Vincent Renouf a réalisé ses travaux de doctorat sur l'étude du système microbien œnologique, puis s'est consacré à l'étude de la fermentation malolactique en tant que responsable R & D au sein du groupe Laffort en étroite collaboration avec des scientifiques et des œnologues, en France et à l'étranger. Entre 2010 et 2013, il y a occupé le poste de directeur technique. Il a coécrit *Microbiologie du vin – bases fondamentales et applications* et est également l'auteur d'une soixantaine de publications scientifiques et techniques sur la microbiologie du vin et la fermentation malolactique.

www.editions.lavoisier.fr



978-2-7430-1534-3