

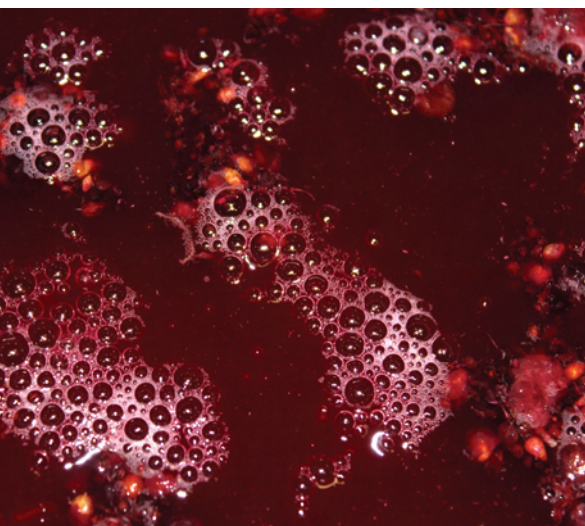
Sciences et techniques

**Cave &  
Terroir**

**Colette NAVARRE  
Patrice BELLY**

# L'œnologie

8<sup>e</sup> édition



**Lavoisier**  
TEC & DOC

## Chez le même éditeur

*Le livre du pinot noir*

Robert J. Boidron, 2016

*Le champagne, de la tradition à la science* (édition actualisée)

Bruno Duteurtre, 2016

*Manuel de viticulture* (12<sup>e</sup> Éd.)

A. Reynier, 2016

*Brettanomyces et phénols volatils – Outils pratiques pour prévenir et limiter les altérations dans les vins*

V. Renouf, 2015

*La fermentation malolactique dans les vins – Mécanismes et applications pratiques*

V. Renouf, 2013

*Microbiologie du vin – Bases fondamentales et applications*

A. Lonvaud-Funel, V. Renouf, P. Strehaiano, 2010

*Analyses et décisions en œnologie – Guide pratique du laboratoire et de la cave*

C. Bonder, 2014

*Changement climatique et terroirs viticoles*

H. Quénot, 2014

*Le vin – De l'analyse à l'élaboration* (6<sup>e</sup> Éd.)

D. Delanoë, D. Maisondieu, C. Maillard, 2012

*Bases scientifiques et technologiques de la viticulture - Manuels* (2<sup>e</sup> Éd.)

Bac pro CGEA option vigne et vin modules MP 141-142 (Coll. TEAM)

G. Girard, 2010

*Bases scientifiques et technologiques de l'œnologie* (2<sup>e</sup> Éd.)

Bac pro CGEA, option vigne et vin, modules MP 141 et 143 (Coll. TEAM)

G. Girard, 2012

*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

Pour plus d'informations sur nos publications :



[newsletters.lavoisier.fr/9782743022747](https://newsletters.lavoisier.fr/9782743022747)

# L'œnologie

8<sup>e</sup> édition

**Colette Navarre**

Ingénieur agronome de l'École nationale supérieure agronomique de Montpellier  
Professeur honoraire de viticulture et d'œnologie

**Patrice Belly**

Ingénieur agronome Paris Grignon  
Viticulteur

  
**TEC & DOC**  
editions.lavoisier.fr

*Direction éditoriale* : Fabienne Roulleaux

*Édition* : Brigitte Peyrot

*Fabrication* : Estelle Perez-Le Du

*Composition et couverture* : Patrick Leleux PAO, Giberville

© 2017, Lavoisier, Paris  
ISBN : 978-2-7430-2274-7

# Table des matières

<b>Avant-propos</b> .....	XVII
<b>Sigles et abréviations</b> .....	XIX

## *Chapitre 1*

### **Matière première**

1. Vendange .....	1
1.1. Grappe de raisin .....	1
1.1.1. Étude de la rafle .....	1
1.1.2. Étude de la pellicule du raisin .....	3
1.1.3. Étude de la pulpe .....	3
1.1.4. Étude des pépins .....	4
1.2. Vendange .....	5
1.2.1. Évolution du raisin .....	5
1.2.2. Constitution chimique de la vendange .....	7
2. Étude des constituants chimiques de la vendange saine .....	7
2.1. Glucides .....	7
2.1.1. Rappel sur les glucides .....	7
2.1.2. Sucres du raisin .....	10
2.1.3. Évolution et rôle œnologique des sucres .....	11
2.2. Acides organiques .....	13
2.2.1. Rappel sur les acides .....	13
2.2.2. Acides organiques du raisin .....	14
2.2.3. Évolution et rôle œnologique des acides .....	16
2.3. Composés phénoliques (polyphénols) .....	18
2.3.1. Acides phénols – Nature, propriétés et rôle œnologique .....	18
2.3.2. Stilbènes .....	20
2.3.3. Flavonoïdes au sens strict .....	20
2.3.4. Anthocyanes .....	20
2.3.5. Tanins .....	24
2.4. Substances aromatiques .....	29
2.4.1. Généralités sur les substances aromatiques du raisin .....	29

2.4.2. Terpènes .....	31
2.4.3. Caroténoïdes.....	32
2.4.4. Pyrazines .....	32
2.4.5. Dérivés cystéinylés (S-conjugués à la cystéine).....	33
2.4.6. Autres substances aromatiques.....	33
2.5. Substances pectiques.....	34
2.5.1. Nature .....	34
2.5.2. Propriétés.....	36
2.5.3. Évolution .....	36
2.5.4. Rôle.....	36
2.6. Substances azotées .....	37
2.6.1. Les différentes formes d'azote.....	37
2.6.2. Variation, propriétés et rôle œnologique .....	39
2.7. Enzymes .....	41
2.7.1. Généralités .....	41
2.7.2. Enzymes du raisin .....	42
2.8. Vitamines .....	45
2.8.1. Vitamine C (acide ascorbique) .....	45
2.8.2. Vitamines B.....	45
2.9. Substances minérales .....	46
2.9.1. Macroéléments .....	46
2.9.2. Oligoéléments .....	47
2.9.3. Éléments traces .....	47
3. Composition du raisin pourri.....	47
3.1. Enzymes synthétisées par <i>Botrytis cinerea</i> .....	48
3.1.1. Laccase .....	48
3.1.2. Protéases.....	48
3.1.3. Pectinases.....	48
3.1.4. Estérases .....	48
3.2. Constituants du raisin dégradés .....	49
3.2.1. Hexoses .....	49
3.2.2. Acides organiques .....	49
3.2.3. Substances azotées.....	49
3.2.4. Substances aromatiques.....	49
3.2.5. Composés phénoliques .....	50
3.3. Composés produits par les microorganismes .....	51
3.3.1. Corps cétoniques .....	51
3.3.2. Acides volatils .....	51
3.3.3. Polysaccharides.....	51
3.3.4. Déviations aromatiques .....	52
3.4. Conclusion .....	52
4. Composition de la vendange atteinte de pourriture noble .....	53
4.1. Installation de la pourriture noble sur le raisin .....	53
4.2. Transformations de la composition chimique du raisin .....	54
4.2.1. Hexoses .....	54
4.2.2. Acides organiques .....	55
4.2.3. Substances azotées .....	55

4.2.4. Substances aromatiques .....	55
4.2.5. Enzymes .....	55
4.2.6. Substances pectiques .....	55
4.2.7. Composés phénoliques .....	56
4.3. Conclusion .....	56
5. Récolte .....	56
5.1. Date de récolte .....	56
5.1.1. Choix de la date de récolte .....	56
5.1.2. Détermination de la maturité du raisin .....	57
5.1.3. Ban des vendanges .....	61
5.2. Chantier de récolte .....	61
5.2.1. Vendanges manuelles .....	62
5.2.2. Vendanges mécaniques .....	63
5.3. Facteurs viticoles influençant la qualité du raisin. ....	64
5.3.1. Facteurs viticoles permanents .....	65
5.3.2. Facteurs viticoles variables d'une année sur l'autre .....	65
5.3.3. Facteurs viticoles modifiables .....	66
5.3.4. Facteurs viticoles accidentels .....	66
5.3.5. Conséquences .....	66
6. Amélioration de la qualité de la vendange .....	67
6.1. Surmaturation .....	68
6.1.1. Passerillage naturel sur souche .....	70
6.1.2. Passerillage hors souche .....	70
6.2. Augmentation de la richesse en sucres par le froid .....	71
6.3. Augmentation du titre alcoométrique volumique naturel – Enrichissement ..	71
6.3.1. Méthodes additives, appelées aussi chimiques .....	72
6.3.2. Méthodes soustractives – Concentration partielle .....	75
6.4. Désacidification .....	77
6.4.1. Désacidification chimique .....	77
6.4.2. Désacidification biochimique .....	79
6.5. Acidification .....	80
6.5.1. Acidification directe .....	80
6.5.2. Acidification indirecte .....	81
6.5.3. Législation .....	81
6.6. Vendanges limonées .....	82

## *Chapitre 2*

### **Transformations biochimiques de la matière première pendant la vinification**

1. Fermentation alcoolique .....	84
1.1. Historique .....	84
1.2. Étude de la réaction chimique .....	85
1.2.1. Mécanisme de la réaction .....	85
1.2.2. Produits secondaires .....	89
1.2.3. Fermentation maloalcoolique .....	93

1.3. Levures .....	94
1.3.1. Caractères généraux .....	94
1.3.2. Différenciation des levures .....	98
1.3.3. Étude des espèces de levures du raisin .....	99
1.3.4. Écologie des levures .....	101
1.3.5. Métabolisme des levures.....	101
1.4. Dynamique de la fermentation alcoolique .....	106
1.4.1. Facteurs physiques.....	106
1.4.2. Facteurs chimiques.....	108
2. Fermentation malolactique.....	111
2.1. Étude des bactéries lactiques.....	112
2.1.1. Classification des bactéries .....	112
2.1.2. Étude de la population bactérienne sur moût et vin.....	113
2.2. Étude du phénomène de la fermentation malolactique.....	114
2.2.1. Modification du milieu.....	114
2.2.2. Facteurs intervenant sur la croissance des bactéries lactiques dans le vin.....	116

### Chapitre 3

## Œnologie durable – Hygiène et environnement

1. La gestion de la durabilité en œnologie .....	119
1.1. Les outils .....	121
1.1.1. Le Bilan Carbone® .....	121
1.1.2. Le SME : Système de Management Environnemental .....	123
1.2. La traçabilité des vins .....	125
1.3. L'engagement participatif.....	127
1.4. La responsabilité sociétale de l'entreprise .....	128
1.5. Une veille réglementaire .....	128
1.6. Comprendre la durabilité .....	129
2. L'œnologie durable.....	130
2.1. Réduire l'empreinte environnementale de l'exploitation .....	131
2.1.1. Gestion de l'énergie .....	131
2.1.2. Gestion de l'eau .....	132
2.1.3. Réduction des intrants œnologiques .....	133
2.1.4. Itinéraires, pilotages et suivis œnologiques .....	135
2.2. Préserver la qualité et la conservation des vins.....	137
2.2.1. La salubrité des vins .....	137
3. L'hygiène .....	138
3.1. Actions .....	138
3.1.1. Cuves de vinification et d'élevage.....	138
3.1.2. Préparation de la cave ou du chai .....	140
3.1.3. Précautions à prendre.....	141
3.2. Produits .....	141
3.2.1. Eau.....	141
3.2.2. Agents de surface .....	142
3.2.3. Détergents.....	143



3.2.4. Désinfectants .....	143
3.3. Compétence de l'équipe .....	144
3.3.1. Responsabilité du personnel .....	144
3.3.2. Technicité de l'action .....	145
3.3.3. Efficacité de la décision .....	145
3.4. Obligations d'objectif et de résultats .....	145
4. Les effluents vinicoles .....	146
4.1. Aspects réglementaires .....	146
4.2. Caractéristiques des effluents vinicoles .....	147
4.3. Mesures préventives du traitement des effluents .....	147
4.4. Traitement des effluents .....	148
4.4.1. Procédés de traitements .....	148
4.5. Stratégie de la gestion des effluents .....	149
4.6. Les déchets banals .....	150
5. Le vin bio .....	150

## *Chapitre 4*

### **Opérations communes aux vinifications traditionnelles**

1. Traitements mécaniques de la vendange .....	153
1.1. Réception de la vendange .....	153
1.2. Tris .....	154
1.3. Éraflage ou égrappage .....	154
1.3.1. Buts et effets .....	154
1.3.2. Technique de l'éraflage .....	155
1.4. Foulage .....	156
1.4.1. But, effet et conséquences .....	156
1.4.2. Matériel .....	157
1.5. Convoyage de la vendange au chai .....	157
1.6. Pressurage .....	157
1.6.1. But et effet .....	157
1.6.2. Technique du pressurage .....	158
1.6.3. Égouttoirs dynamiques .....	161
2. Sulfitage .....	161
2.1. Propriétés du dioxyde de soufre en vinification .....	162
2.1.1. Maîtrise des microorganismes et sélection du milieu fermentaire .....	162
2.1.2. Clarification .....	162
2.1.3. Retard des oxydations .....	162
2.1.4. Pouvoir dissolvant .....	163
2.2. Formes du dioxyde de soufre .....	163
2.3. Technique du sulfitage .....	163
2.3.1. Détermination de la dose de dioxyde de soufre à apporter .....	163
2.3.2. Formes d'emploi du SO <sub>2</sub> .....	164
2.3.3. Moment du sulfitage .....	165
2.4. Réduction des doses de SO <sub>2</sub> .....	165
3. Maîtrise de la fermentation alcoolique .....	166
3.1. Contrôle de la fermentation alcoolique .....	166

3.1.1. Variation de la température.....	166
3.1.2. Diminution de la densité équivalent à la masse volumique.....	168
3.1.3. Établissement de fiches de fermentation.....	168
3.2. Maîtrise de la température.....	170
3.2.1. Température trop élevée.....	170
3.2.2. Température trop basse.....	172
3.3. Apport d'oxygène.....	173
3.4. Levurage.....	173
3.4.1. Buts et effets du levurage.....	173
3.4.2. Pratique du levurage.....	174
3.5. Arrêts de fermentation.....	177
3.5.1. Causes.....	177
3.5.2. Prévention.....	177
3.5.3. Remèdes.....	178
4. Maîtrise de la fermentation malolactique.....	179
4.1. Précautions.....	179
4.2. Interventions.....	180
4.3. Cas particuliers.....	181
4.4. Suivi.....	182
4.5. Le bois en vinification.....	183

## *Chapitre 5*

### **Les vinifications**

1. Vinifications de vin rouge.....	187
1.1. Caractéristiques générales.....	187
1.2. Vinification traditionnelle par macération.....	187
1.2.1. Cuvaïson.....	188
1.2.2. Écoulage, décuvaïge, pressurage.....	197
1.2.3. Fermentation malolactique.....	199
1.2.4. Élaboration de vin fruité.....	199
1.3. Thermotraitement de la vendange.....	200
1.3.1. Thermovinification.....	200
1.3.2. Flash-détente.....	201
1.4. Vinification par macération carbonique.....	201
1.4.1. Transformations.....	201
1.4.2. Réalisation pratique.....	202
1.4.3. Intérêt.....	203
1.5. Vinification beaujolaise.....	204
1.6. Vinification en continu.....	205
2. Vinification en blanc sec.....	205
2.1. Caractéristiques générales.....	205
2.2. Méthode traditionnelle.....	206
2.2.1. Traitement mécanique de la vendange.....	207
2.2.2. Sulfitage.....	208
2.2.3. Débourage.....	209
2.2.4. Phase fermentaire.....	212

2.2.5. Méthodes particulières.....	213
3. Vinification de vins rosés .....	215
3.1. Caractéristiques générales .....	215
3.2. Méthodes d'obtention.....	216
3.2.1. Vinification par pressurage direct.....	216
3.2.2. Méthode par saignée partielle de la cuve.....	217
3.2.3. Procédés particuliers .....	217
4. Élaboration de vins spéciaux.....	217
4.1. Vins effervescents .....	217
4.1.1. Vins naturellement effervescents.....	218
4.1.2. Méthode champenoise .....	218
4.1.3. Méthode traditionnelle.....	221
4.1.4. Méthode ancestrale.....	221
4.1.5. Vins mousseux sans appellation d'origine.....	222
4.1.6. Autres vins effervescents.....	222
4.2. Vins contenant des sucres .....	223
4.2.1. Caractéristiques .....	223
4.2.2. Autres vins contenant du sucre .....	225
4.3. Vins de liqueur .....	226
4.3.1. Caractéristiques .....	226
4.3.2. Différents vins.....	226

## *Chapitre 6*

### **Vin**

1. Étude du vin.....	229
1.1. Composition du vin .....	231
1.1.1. Éthanol.....	231
1.1.2. Acides .....	232
1.1.3. Composés phénoliques .....	234
1.1.4. Substances odorantes .....	235
1.1.5. Extrait sec.....	237
1.1.6. Sucres .....	237
1.1.7. Gaz carbonique .....	238
1.1.8. Polysaccharides .....	238
1.1.9. Protéines.....	239
1.2. Règles œnologiques.....	239
1.3. Caractéristiques physiques.....	239
1.3.1. Densité du vin .....	239
1.3.2. Point de congélation.....	240
1.3.3. Température d'ébullition .....	240
1.4. Évolution physicochimique .....	240
1.4.1. Solutions vraies .....	241
1.4.2. État colloïdal.....	241
2. Maturation et vieillissement.....	243
2.1. Phénomènes chimiques .....	244
2.1.1. Rôle de l'oxygène.....	244

2.1.2. Modifications chimiques .....	245
2.2. Phénomènes physiques .....	247
2.2.1. Insolubilisation du bitartrate de potassium .....	247
2.2.2. Évaporation de l'alcool et des substances volatiles .....	247
2.3. Facteurs agissant sur la maturation des vins .....	248

## *Chapitre 7*

### **Travail du vin**

1. Élevage du vin .....	249
1.1. Soutirages .....	250
1.1.1. Rythme des soutirages .....	251
1.1.2. Pratique du soutirage .....	252
1.2. Ouillage .....	254
1.2.1. Pratique de l'ouillage .....	254
1.2.2. Méthodes de remplacement .....	254
1.3. Sulfitage .....	255
1.3.1. Formes ou états du SO <sub>2</sub> dans les vins .....	255
1.3.2. Propriétés du SO <sub>2</sub> .....	257
1.3.3. Effets défavorables du sulfitage .....	258
1.3.4. Doses maximales de SO <sub>2</sub> autorisées par la législation .....	259
1.3.5. Formes d'emploi du SO <sub>2</sub> .....	260
1.3.6. Pratique du sulfitage .....	260
1.3.7. Moyens permettant de réduire les doses de SO <sub>2</sub> lors de l'élevage des vins .....	261
1.3.8. Produits adjuvants .....	262
1.4. Élevage des vins en cuve ou fût .....	263
1.4.1. Origine du bois et fabrication du fût .....	264
1.4.2. Affinement du vin rouge .....	265
1.4.3. Inconvénients du passage des vins rouges en fût .....	266
1.4.4. Pratique spécifique de l'élevage des vins rouges en fûts .....	266
1.4.5. Utilisation de morceaux de bois de chêne .....	267
1.5. Élevages particuliers du vin .....	268
1.5.1. Élevage des vins sur lies .....	268
1.5.2. Élevage oxydatif des vins .....	269
1.5.3. Élevage biologique des vins sous voile .....	270
1.6. Collage .....	272
1.6.1. Mécanisme .....	272
1.6.2. Colles – Mode d'utilisation .....	274
1.6.3. Pratique du collage .....	277
1.7. Filtration .....	279
1.7.1. Principe .....	279
1.7.2. Types de filtres .....	280
1.7.3. Pratique de la filtration .....	284
1.8. Centrifugation .....	285
1.9. Traitements particuliers .....	286
1.9.1. Traitement par la chaleur ou pasteurisation .....	286

1.9.2. Traitement par le froid.....	288
2. Mise en bouteille.....	289
2.1. Travaux effectués avant la mise.....	290
2.1.1. Sur le vin.....	290
2.1.2. Sur le matériel et les matières sèches.....	290
2.2. Chantier de mise.....	292
2.3. Travaux effectués après la mise.....	293
3. Mise en « bag in box »®.....	294

### Chapitre 8

## Défauts organoleptiques des moûts et des vins - Traitements de stabilisation

1. Altérations d'origine microbienne.....	296
1.1. Altérations dues à des microorganismes aérobies.....	296
1.1.1. Altérations dues à des levures – Fleur.....	296
1.1.2. Altération due à des bactéries acétiques – Piquêre acétique et acescence ..	297
1.2. Altérations dues à des microorganismes anaérobies.....	299
1.2.1. Altérations dues à des levures.....	299
1.2.2. Altérations dues à des bactéries anaérobies – Bactéries lactiques.....	302
1.3. Autres altérations microbiennes.....	307
1.4. Prévention contre les altérations microbiennes.....	307
2. Accidents physicochimiques.....	308
2.1. Casses ferriques.....	308
2.1.1. Le fer dans le vin.....	308
2.1.2. Mécanismes.....	308
2.1.3. Traitements.....	309
2.2. Casse oxydasique – Casse brune.....	313
2.2.1. Caractères.....	313
2.2.2. Cause.....	313
2.2.3. Traitements.....	313
2.3. -Casse cuivrique.....	314
2.3.1. Le cuivre dans le vin.....	314
2.3.2. Mécanismes et conditions.....	314
2.3.3. Traitements.....	315
2.4. -Casse protéique.....	316
2.4.1. Les protéines dans le vin.....	316
2.3.4. Mécanismes et conditions.....	316
2.3.5. Traitements.....	316
2.5. Précipitations tartriques.....	317
2.5.1. Mécanismes et conditions de ces précipitations tartriques.....	317
2.5.2. Traitements.....	319
2.6. Précipitation de matière colorante.....	323
2.6.1. Conditions.....	323
2.6.2. Traitements.....	324
3. Autres défauts organoleptiques.....	324
3.1. Défauts olfactifs de réduction – Composés soufrés volatils.....	324

3.1.1. Composés soufrés légers .....	325
3.1.2. Composés soufrés lourds .....	326
3.2. Défauts engendrés par des moisissures .....	326
3.2.1. Production d'ochratoxine A ou OTA .....	326
3.2.1. Caractères de moisi .....	327
3.3. Événement .....	328
3.4. « Goût d'amande amère » .....	329
3.5. Carbamate d'éthyle .....	329
3.6. Autres défauts .....	329

### Chapitre 9

#### Vin et santé

1. Bienfaits du vin .....	331
2. Méfaits du vin .....	333

### Chapitre 10

#### Analyse des vins

1. Notion d'analyses chimiques .....	338
1.1. Titre alcoométrique volumique .....	338
1.1.1. Ébulliométrie .....	339
1.1.2. Distillation .....	340
1.2. Acidité totale ou acidité de titration .....	341
1.2.1. Principe .....	341
1.2.2. Dosage au bleu de bromothymol (BBT) (méthode officielle) .....	341
1.3. Acidité volatile .....	342
1.3.1. Principe .....	342
1.3.2. Dosage .....	342
1.4. Détermination du pH .....	344
1.5. Dosage chimique des sucres .....	345
1.5.1. Défécation et dilution .....	345
1.5.2. Titrage par la méthode Fehling .....	346
1.6. Dosage rapide de SO <sub>2</sub> libre et total dans les moûts et les vins .....	347
1.7. Détermination globale des composés phénoliques totaux .....	348
1.7.1. Indice Folin-Ciocalteu (IFC) .....	348
1.7.2. Indice des polyphénols totaux (IPT) .....	349
1.8. Dosage des anthocyanes .....	350
1.8.1. Principe .....	350
1.8.2. Dosage par différence de pH .....	350
1.8.3. Dosage par décoloration au SO <sub>2</sub> .....	350
1.9. Chromatographie sur papier .....	351
1.9.1. Principe .....	351
1.9.2. Mode opératoire .....	352
1.10. Dosages enzymatiques .....	353
1.11. Notions d'analyses microbiologiques .....	355
1.11.1. Numération (ou dénombrement) directe de microorganismes .....	355

1.11.2. Numération sur milieu de culture.....	355
1.11.3. Dénombrement de levures et bactéries par épifluorescence.....	356
1.11.4. Bioluminescence ou ATPmétrie.....	356
1.11.5. Méthodes moléculaires : détermination du génome .....	356
2. Analyse organoleptique – Dégustation .....	357
2.1. Dégustation de baies .....	357
2.2. Dégustation des vins .....	357
2.2.1. Buts de la dégustation .....	358
2.2.2. Sens et mécanismes de dégustation .....	358
2.2.3. Tact .....	361
2.3. Difficultés de la dégustation .....	362
2.4. Différentes dégustations .....	362
2.5. Conditions de dégustation lors d'une évaluation sensorielle .....	365
2.6. Techniques de dégustation.....	365
3. Synthèse des analyses pratiquées selon les étapes de l'élaboration du vin .....	366

### Chapitre 11

## Diversité et universalité des vignobles et du vin

1. Aperçu sur la filière vitivinicole.....	369
1.1. Le vignoble mondial.....	369
1.2. Production du vin .....	370
1.3. Consommation des vins.....	371
1.4. Commerce international du vin.....	372
2. Aperçu des grands vignobles non européens .....	372
2.1. Afrique du Sud.....	372
2.2. Argentine .....	373
2.3. Australie .....	373
2.4. Brésil .....	373
2.5. Chili.....	373
2.6. Chine.....	374
2.7. États-Unis d'Amérique.....	374
2.8. Nouvelle-Zélande.....	375
3. Vignobles et vins de l'Union européenne .....	375
3.1. Allemagne.....	376
3.2. Autriche.....	379
3.3. Bulgarie .....	382
3.4. Chypre .....	384
3.5. Croatie .....	385
3.6. Espagne .....	386
3.7. Grèce .....	393
3.8. Hongrie .....	398
3.9. Italie.....	400
3.10. Luxembourg .....	410
3.11. Malte .....	410
3.12. Portugal .....	411
3.13. République tchèque.....	415

3.14. Roumanie .....	416
3.15. Royaume-Uni .....	418
3.16. Slovaquie .....	419
3.17. Slovénie .....	419
4. Vignobles et vins de France .....	422
4.1. Bordelais .....	424
4.1.1. Classification .....	425
4.1.2. Classement des vins de Bordeaux .....	426
4.1.3. Encépagement et méthodes d'élaboration .....	427
4.2. Vins du Sud-Ouest, de Toulouse et des Pyrénées .....	428
4.2.1. Vins du Sud-Ouest .....	428
4.2.2. Vins de Toulouse et des Pyrénées .....	428
4.3. Côtes du Rhône .....	430
4.3.1. Côtes du Rhône méridionales .....	430
4.3.2. Côtes du Rhône septentrionales .....	432
4.4. Bourgogne .....	432
4.4.1. Vignoble de la Côte-d'Or .....	432
4.4.2. Bourgogne Nord .....	434
4.4.3. Région Bourgogne Sud .....	435
4.5. Région du Val-de-Loire .....	436
4.5.1. Vins d'Anjou et de Saumur .....	436
4.5.2. Vins de Touraine .....	438
4.5.3. Vins du pays nantais .....	438
4.5.4. Autres productions du vignoble du pays de Loire .....	438
4.6. Champagne .....	439
4.7. Alsace .....	440
4.8. Midi méditerranéen .....	442
4.8.1. Languedoc .....	442
4.8.2. Roussillon .....	444
4.8.3. Provence .....	445
4.9. Vins du Jura et de Savoie .....	445
4.9.1. Vins du Jura .....	445
4.9.2. Vins de Savoie .....	446
4.10. Vins de Corse .....	447
4.11. Production d'eaux-de-vie .....	448
4.11.1. Eaux-de-vie d'appellation d'origine contrôlée .....	448
4.11.2. Eaux-de-vie d'appellation d'origine réglementées par décret (AOR) ..	450
<b>Bibliographie</b> .....	451
<b>Index</b> .....	453



# Avant-propos

Cet ouvrage s'adresse à la fois aux élèves et aux formateurs de l'enseignement agricole long, notamment :

- en baccalauréat professionnel « Conduite et gestion de l'exploitation agricole », option « Vigne et vin » ;
- en brevet de technicien supérieur agricole « Viticulture – Œnologie » ;
- en brevet de technicien supérieur agricole « Technico-commercial », option « Boissons, vins et spiritueux ».

Ce manuel n'a pas la prétention d'être un traité complet d'œnologie ; il a plus simplement pour vocation d'être l'instrument pratique et précis capable d'apporter aux étudiants et aux professionnels les éléments nécessaires à une bonne compréhension du fait technologique. Nous avons complété ces éléments par des notions biochimiques. Dans un souci pédagogique, nous avons adopté le plan d'étude suivant :

- constituants essentiels du raisin ;
- transformations biochimiques de la matière première ;
- conditions élémentaires en matière d'hygiène et de protection de l'environnement ;
- opérations communes aux vinifications traditionnelles ;
- vinifications ;
- produit obtenu, sa maturation et son vieillissement ;
- travail du vin, de l'élevage à la mise en bouteille ;
- principaux défauts organoleptiques et traitements de stabilisation ;
- relations entre vin et santé ;
- analyse chimique et organoleptique des vins ;
- approche économique et géographique de la filière vitivinicole.

# Sigles et abréviations

3MH	mercaptohexanol	DO	densité optique
4MMP	mercaptométhylpentanone	EH	équivalent par habitant
4MMPOH	mercaptométhylpentanol	ENR	extrait sec non réducteur
A3MH	acétate de mercaptohexanol	ESR	extrait sec réduit
ADN	acide désoxyribonucléique	EST	extrait sec total
ADP	adénosine diphosphate	FML	fermentation malolactique
AGP	arabinogalactane protéique	GPT	glutamate pyruvate transaminase
AOC	appellation d'origine contrôlée	GRP	<i>grape reaction product</i>
AOP	appellation d'origine protégée	HACCP	<i>hazard analysis critical control point</i>
AOR	appellation d'origine réglementée	IBMP	méthoxy-isobutylpyrazine
AROC	attestation de respect des obligations communautaires	IFC	indice de Folin-Ciocalteu
ATP	adénosine triphosphate	IFV	Institut français de la vigne et du vin
BBT	bleu de bromothymol	IG	indication géographique
CaT	tartrate neutre de calcium	IGP	indication géographique protégée
CE	Communauté européenne	INAO	Institut national de l'origine et de la qualité
CHP	centrifugeuse à haute performance	INRA	Institut national de la recherche agronomique
CLHP	chromatographie en phase liquide à haute pression	IPP	indice de la perméabilité pelliculaire du raisin
CMC	carboxyméthylcellulose	IPT	indice des polyphénols totaux
DBO	demande biochimique en oxygène	ISO	<i>International Standard Organization</i>
DCO	demande chimique en oxygène	ITV	Institut technique du vin
DDCCRF	direction départementale de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes	KHT	<i>potassium hydrogen tartrate</i> (hydrogénotartrate de potassium)
DGDDI	direction générale des douanes et des droits indirects (ministère de l'Économie, des Finances et du Budget)	LDH	L-lactate déshydrogénase
DMDC	dicarbonate de diméthyle	LSA	levure sèche active
		MA	matières azotées

MC	moût de raisin concentré	PVP	polyvinylpyrrolidone
MCR	moût de raisin concentré rectifié	PVPP	polyvinylpolypyrrolidone
MES	matières en suspension	RMN	résonance magnétique nucléaire
MO	matières oxydables	SCEES	Service central des enquêtes et études statistiques (ministère de l'Agriculture et de la Pêche)
MP	matières phosphorées	TAC	titre alcalimétrique complet
NAD	nicotinamide adénine-dinucléotide	TAVN	titre alcoométrique volumique naturel
NTU	<i>nephelometric turbidity unit</i> (unité de turbidité néphélométrique)	TBA	tribromoanisole
OCM	Organisation commune des marchés	TCA	trichloroanisole
ODG	Organisme de défense et/ou de gestion	TDN	triméthyl dihydronaphtalène
OIV	Office international de la vigne et du vin	TeCA	tétrachloroanisole
OTA	ochratoxine A	TH	titre hydrotimétrique
PAC	Politique agricole commune	UE	Union européenne
PCA	pentachloroanisole	UFC	unités formant colonie
PCR	<i>polymerase chain reaction</i> (réaction de polymérisation en chaîne)	UP	unité de pasteurisation
PME	pectine méthylestérase	VDL	vin de liqueur
PPO	polyphénoloxydase	VDN	vin doux naturel
PVI	polyvinylimidazole	VDQS	vin délimité de qualité supérieure
		VP	vin de pays
		VQPRD	vin de qualité produit dans une région déterminée
		VT	vin de table

# L'œnologie

8<sup>e</sup> édition

**Le livre** L'objectif de ce manuel est d'aborder la science du vin **sous ses multiples aspects** : de la matière première – le raisin vendangé et ses constituants chimiques – jusqu'à la diversité des vignobles, en passant par les vinifications, le travail du vin, les traitements de stabilisation, les analyses chimiques et organoleptiques, la dégustation.

Cette 8<sup>e</sup> édition fait une large place à l'**œnologie durable** avec ses engagements participatifs : respect de l'environnement, du terroir, sécurité et hygiène alimentaire, formation et responsabilité des actifs, maîtrise des exigences réglementaires nationales et européennes, traçabilité du produit vin, évolution de la demande des consommateurs et des marchés.

Ouvrage scientifique, technique et pratique, **L'œnologie** a pour vocation d'être l'instrument précis capable d'apporter aux étudiants et aux professionnels les éléments nécessaires à une bonne compréhension du fait technologique.

**Le public** Professionnels de la vigne et du vin : viticulteurs, vinificateurs, œnologues, techniciens. Chercheurs, enseignants et étudiants en viticulture et œnologie.

**L'auteur** **Colette Navarre**, ingénieur agronome, École nationale supérieure agronomique de Montpellier, est professeur honoraire de viticulture et d'œnologie.

**Patrice Belly**, ingénieur agronome Paris Grignon, est viticulteur.

