

Christian FOULONNEAU

LA VINIFICATION

- De la vigne au vin
- Le savoir-faire du vinificateur
- Élevage et conservation
- Contrôle analytique

4^e édition

DUNOD

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 2009, 2014, 2019 pour la nouvelle présentation

11, rue Paul Bert, 92240 Malakoff

www.dunod.com

ISBN 978-2-10-080408-5

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
--------------	---

A

De la vigne au vin

1 • Le raisin, structure et composition chimique	21
1.1 La structure du raisin	21
1.2 La composition physico-chimique du raisin mûr	25
1.3 L'évolution des composants du raisin pendant la maturation	31
1.4 De la théorie à la pratique : le contrôle de la maturation du raisin	37
2 • Les fermentations	39
2.1 La nature des phénomènes fermentaires	39
2.2 La fermentation alcoolique	40
2.3 De la théorie à la pratique : le levurage et le sulfitage	51
2.4 La fermentation malolactique	56
2.5 De la théorie à la pratique : la maîtrise de la FML	59

B

Le savoir-faire du vinificateur

3 • les locaux et le matériel de vinification	63
3.1 Préparation et entretien des locaux	63
3.2 Préparation et entretien du matériel de vinification	65

3.3	Entretien des accessoires de cuverie	71
3.4	Cuverie spéciale de vinification	71
3.5	Maîtriser la température	73
4	• Améliorer la vendange	83
4.1	L'état de la matière première et son importance	83
4.2	Les altérations dues à un mauvais état sanitaire du raisin	84
4.3	Comment corriger les altérations liées à un mauvais état sanitaire ?	85
4.4	Les problèmes liés à l'état de maturité des raisins	86
4.5	Les corrections relatives à la maturité des raisins	87
4.6	De la théorie à la pratique : les moyens pratiques de corriger la vendange	91
5	• Extraire les constituants du raisin	97
5.1	L'extraction est le but de la macération	97
5.2	Comment cette dissolution s'effectue-t-elle ?	97
5.3	Comment la diffusion des substances dissoutes s'effectue-t-elle ?	98
5.4	Comment faire agir ces différents facteurs ?	99
5.5	Jus de goutte et jus de presse	101
5.6	Influences de quelques facteurs sur l'extraction	102

C

La vinification

6	• Vinifier en rouge	111
6.1	Qu'appelle-t-on vinification en rouge ?	111
6.2	Comment choisir une méthode ?	113
6.3	La vinification classique en rouge	114
6.4	La vinification par cuvage continu	122
6.5	La vinification par thermotraitement de la vendange	125
6.6	La vinification par macération carbonique	126
6.7	De la théorie à la pratique : surveillance et conduite de la vinification en rouge	130

7 • Vinifier en blanc 137

- 7.1 Les aspects spécifiques de la vinification en blanc classique 137
- 7.2 Doit-on rechercher la fermentation malolactique ? 140
- 7.3 De nouvelles techniques de vinification en blanc 141
- 7.4 La conservation des vins blancs 142
- 7.5 De la théorie à la pratique : conduite et surveillance de la vinification en blanc 142

8 • Vinifier en rosé 147

- 8.1 Qu'est-ce qu'un vin rosé ? 147
- 8.2 Sur quels critères définir un vin rosé ? 148
- 8.3 Nature et origine de la coloration d'un vin rosé 148
- 8.4 Principes de vinification en rosé 149
- 8.5 De la théorie à la pratique : pourquoi et comment vinifier en rosé 150

9 • Les vinifications particulières 153

- 9.1 Les vins spéciaux français 153
- 9.2 Les vins doux naturels 153
- 9.3 Le vin de paille 156
- 9.4 Le vin jaune 157
- 9.5 Les vins mousseux 158

10 • Élevage et conservation des vins 161

- 10.1 L'évolution des habitudes de consommation 162
- 10.2 Quelles options pour quels vins ? 164
- 10.3 Les principaux risques encourus pendant la conservation 166
- 10.4 Les précautions à prendre 168
- 10.5 La stabilisation des vins 170

11 • Le contrôle analytique des vins 175

- 11.1 La nature des contrôles 175
- 11.2 Les critères analytiques 176
- 11.3 Interprétation des résultats analytiques 176
- 11.4 De la théorie à la pratique : bulletin type d'analyse 181

12 • Étiquetage des vins et information sensorielle	183
12.1 Définitions	183
12.2 Une information de plus en plus précise	183
12.3 L'étiquetage des boissons de composition complexe	185
12.4 Une contre-étiquette, pour quelle information ?	186
12.5 Les commissions de dégustation	187
12.6 La contre-étiquette : une nécessité ?	190
Annexe • Le vin et la législation viti-vinicole	193
La Communauté économique européenne (CEE)	193
La France et le Code du vin	194
Les principales dispositions du Code du vin	195
Les mesures réglementaires de base	195
Index	197

INTRODUCTION

La disparition de l'empirisme

Le temps est révolu où le vigneron, ignorant tout des phénomènes fermentaires et de leurs conséquences directes ou indirectes, était réduit à l'usage de pratiques œnologiques très aléatoires, dont le résultat final pouvait être, à partir d'une matière première d'excellente qualité, l'obtention indifférente d'un vin piqué ou d'un produit de la plus grande classe. Ce temps est révolu, certes, mais depuis peu seulement; en effet, ce n'est véritablement qu'au milieu du XX^e siècle qu'en trois ou quatre décennies les connaissances œnologiques ont formidablement évolué, progressant alors plus qu'en deux mille ans de culture de la vigne et de vinification; à l'heure actuelle, on peut estimer que les phénomènes fermentaires sont en majeure partie compris et expliqués et que, de ce fait, les vinificateurs disposent des données informatives nécessaires et suffisantes pour une maîtrise convenable des processus de fermentation.

Dans le même temps, on est parvenu à découvrir et à identifier un grand nombre de composés chimiques qui interviennent positivement ou négativement dans l'expression des qualités organoleptiques des vins; on en a même expliqué les mécanismes de synthèse, ce qui permet aux vinificateurs actuels d'en faciliter, ou, au contraire, d'en freiner l'apparition dans le raisin, l'extraction et la dissolution dans le moût, enfin l'évolution dans le vin.

Chronologiquement, la connaissance des phénomènes fermentaires a été plus précoce et plus rapide que celle de la composition physico-chimique du raisin et du vin; la raison plausible à cela est que, pour les recherches sur les mécanismes de fermentation, on a pu assez vite, et sans grande difficulté d'équipement, travailler, comme l'ont fait notamment Lavoisier, Liebig et Pasteur, selon la méthode expérimentale comparative et répétitive, tandis que, pour la détection et l'identification des composés chimiques du raisin et du vin, il a fallu

attendre le développement de techniques analytiques appropriées et surtout la conception de matériel de grande précision : spectrophotomètres, spectromètres de masse, chromatographes, appareils de mesure de la résonance magnétique nucléaire...

La découverte des phénomènes fermentaires

Dans ce domaine, le premier grand pas, d'une importance décisive, n'a été franchi qu'à la fin du XVIII^e siècle, quand Lavoisier a compris que les processus fermentaires devaient être considérés comme des réactions chimiques normales, ordinaires, susceptibles d'être mises en équations.

Cependant, cette découverte fondamentale, confirmée et précisée quelques dizaines d'années plus tard par Gay-Lussac, n'a pas eu de véritables répercussions immédiates en vinification : il fallut attendre les travaux spécifiques au raisin et au vin, conduits par Pasteur, vers 1855-1860, pour que les découvertes faites en laboratoire aient certains échos en œnologie, cette science du vin, qui trouvait là ses véritables premiers fondements.

En effet, en découvrant l'anaérobiose – c'est-à-dire les conditions de vie des micro-organismes se développant normalement dans des milieux dépourvus d'air (en fait, d'oxygène) –, Pasteur percevait et expliquait l'antagonisme existant entre la fermentation et la respiration – cette dernière permettant la multiplication des cellules levuriennes.

Pour cela, le savant avait fait pousser comparativement des levures en absence et en présence d'air : il avait alors constaté qu'en milieu aéré, pour un même poids de sucre consommé, il y avait formation d'une plus grande quantité de cellules et d'une plus petite quantité d'alcool qu'en milieu privé d'air. Ces informations, bien qu'encore imprécises et sommaires, allaient conduire à une réduction sensible des accidents fermentaires en brasserie, laiterie, vinaigrerie, et dans l'élaboration des vins de tous types, les producteurs et les techniciens prenant conscience de l'importance de l'asepsie et de l'emploi de micro-organismes sélectionnés. Cependant, l'explication du phénomène par Pasteur était, sinon inexacte, du moins incomplète : il s'en tenait en effet à l'idée d'une cause physiologique.

Des travaux contemporains des siens – conduits par Liebig, puis Traube – et ceux menés ultérieurement par Berzelius et surtout Büchner – dans les dernières années du XIX^e siècle – allaient enfin montrer le rôle fondamental joué par les enzymes dans le phénomène,

affirmant la possibilité de réaliser des fermentations à l'aide de ces seules diastases, hors de la présence des micro-organismes.

En fait, on sait maintenant que, dans les pratiques habituelles de vinification, pour que la fermentation alcoolique se produise, la présence des levures s'impose, mais parce que celles-ci sont aptes à sécréter les enzymes spécifiques agissant comme de véritables biocatalyseurs sur les différents maillons de la chaîne de transformation des sucres en alcool.

Mais on sait aussi, maintenant, que de telles diastases peuvent être également sécrétées par des cellules végétales – celles de la baie de raisin, par exemple –, phénomène mis à profit dans la vinification par macération carbonique.

Enfin, on sait aussi et surtout que ces enzymes jouent un rôle fondamental dans la synthèse des constituants aromatiques du vin.

La composition physico-chimique du raisin et du vin

À l'époque où Lavoisier entrevoyait les premiers fondements des phénomènes fermentaires, on ne connaissait pas grand-chose de la composition physico-chimique du raisin.

Chaptal dresse un premier inventaire vers 1830. Il est très succinct, puisqu'il ne comporte pas vraiment de composés chimiques, mais plutôt ce que les organes des sens permettent d'apprécier sommairement : l'alcool, l'acide, le tartre, l'extractif, l'arôme et le principe colorant. Ce n'est qu'avec l'arrivée du ^{XX}^e siècle et la création d'appareillages analytiques utilisant le courant électrique que la détection et l'identification des composés chimiques prennent leur essor.

En 1920, plusieurs dizaines de ceux-ci sont connues. En 1950, on en a une liste de près de 150 ; dix ans plus tard, elle en comporte plus de 200. En 1970, le répertoire dépasse les 400, le cap des 500 étant franchi quelques années plus tard.

L'évolution permanente dans le domaine de la précision de la détection a permis l'identification de près d'un millier de composés chimiques dans les vins, à l'aube du ^{XXI}^e siècle !

Le rôle du vigneron

Quelles structures d'élaboration du vin ?

Si, autrefois, les conditions de culture et, plus encore, de protection de la vigne, d'une part, l'empirisme de la technologie, d'autre part,

conduisaient le vinificateur à fréquemment « subir » la nécessité de produire un vin qu'il n'avait pas souhaité, il ne doit plus en être ainsi à l'heure actuelle. On ne doit pas faire, par exemple, un vin rosé parce qu'on ne se trouve pas dans les conditions convenables pour élaborer un vin rouge!

Le rôle du vinificateur est, en fait, fortement déterminé par la nature de la matière première mise à disposition. C'est dire qu'en amont du travail du vinificateur, des dispositions doivent impérativement être prises par celui en charge de la culture de la vigne, pour que le raisin produit réponde aux exigences requises pour l'élaboration du vin, ou, tout au moins, soit conforme aux souhaits du vigneron. Or, le vinificateur n'est pas toujours le viticulteur! C'est bien dommage, car le cas contraire facilite énormément ces exigences! Quand on se penche sur ce problème, on s'aperçoit que, dans les temps anciens de la culture de la vigne, et même jusqu'à une époque assez récente, le vinificateur était quasiment toujours le viticulteur: c'est à cette double appartenance que répond celui que l'on nomme vigneron. Que s'est-il donc passé pour qu'il n'en soit plus toujours ainsi de nos jours?

À vrai dire, le vigneron existe toujours en tant que tel dans la plupart des vignobles de crus; mais cette notion est quasi inexistante dans les vignobles de production de vins dits de consommation courante, dans lesquels s'est fortement implanté, avec un réel bonheur il est vrai, le système coopératif, notamment dans l'entre-deux-guerres. Dans cette structure, ceux qui produisent le raisin, le récoltent et l'acheminent à la cave (coopérative) ne sont qu'exceptionnellement impliqués dans la vinification. Cette carence n'a évidemment pas échappé aux critiques, et c'est pourquoi, dans les dernières décennies, les instances dirigeantes du système ont cherché une réorganisation, dont l'une des premières mesures a été l'implication de chacun à tous les niveaux, même, et surtout, dans la commercialisation.

Une autre de ces mesures, et non des moindres, a été l'instauration d'une discussion concertée destinée à promouvoir l'introduction de nouveaux cépages, présumés intéressants à la suite de travaux d'expérimentation; la discussion concertée s'est aussi attachée à mieux cibler les aptitudes des terroirs ou parcelles de vigne à recevoir tel cépage plutôt que tel autre. Aussi, ces mesures ne sont-elles pas étrangères, dans ces vignobles, à l'apparition d'une distinction entre viticulteurs vinifiant en caves coopératives et viticulteurs vinifiant en caves particulières. Malgré tout, cette structure coopérative est différente de celle mise en place depuis longtemps dans les vignobles montagnards de Savoie et, plus encore, du Jura, dans lesquels les vignerons s'associent

en petits groupes, généralement d'une demi-douzaine à une douzaine d'individus vinifiant ensemble leurs raisins selon une pratique concertée, et commercialisant, de concert également, le produit commun. Les membres de ces coopératives – appelées « fruitières » dans le Jura – interviennent même sur le vignoble de l'un des leurs lorsque celui-ci en est valablement empêché. En réalité, on assiste là à l'application concrète d'un concept mutualiste qui a pris ses bases dans le « *phalanstérisme* » idéologique des Fourier, Proudhon et autre Considérant, tous enfants du pays.

Ceci précisé, on se rend bien compte que l'élaboration convenable d'un vin est incontestablement conditionnée par la meilleure concertation entre viticulteur et vinificateur, à défaut de la vision d'ensemble du vigneron !

On a dit qu'autrefois les conditions de culture de la vigne étaient assurément difficiles, en raison notamment d'un manque ou d'une déficience de mécanisation, mais aussi de l'agressivité mal contrôlée, ou incontrôlable, des cryptogames et des insectes ravageurs. Certes, des progrès, souvent spectaculaires, enregistrés dans le courant du siècle passé, ont permis d'assurer la simplification ou la facilité des interventions ; mais ils ne doivent pas conduire à un relâchement dans la vigilance, ou à un laisser-aller trompeur, voire un laxisme coupable ! Par exemple, l'automatisation de plus en plus poussée de la taille ne doit pas conduire à la disparition du raisonnement que devait effectuer le tailleur intervenant à la main. Dans le même ordre d'idées, la facilité d'emploi des produits phytosanitaires ne doit pas déboucher sur un usage immodéré de ces substances. Et, là, on peut bien supposer que le viticulteur pourrait être moins vigilant que le vigneron.

On a dit aussi que, par exemple, le vinificateur ne doit pas faire un vin rosé parce qu'il ne se trouve pas dans les conditions favorables pour élaborer un vin rouge. C'est vrai ! Toutefois, cette inopportune éventualité peut apparaître sans que le viticulteur en soit véritablement responsable : ainsi, des intempéries peuvent y conduire. Dès lors, tout l'art et toute la science du vigneron doivent être mis en œuvre... aboutissant quand même au vin rosé imprévu ! Mais ce doit être l'exception.

Quels vins et pour quels consommateurs ?

En conclusion de ce qui a été dit, il apparaît que le manque de concertation entre le viticulteur et le vinificateur, lorsque cette dualité existe encore, est tout à fait préjudiciable à la qualité finale du vin, quel qu'en soit le type ; avec le temps, cette évidence est devenue décisive à tous les niveaux. Aussi, est-ce globalement que la qualité

des vins s'est accrue avec une telle prise de conscience; mais il faut bien reconnaître qu'avant cela et pendant longtemps, la qualité du vin a été très disparate. Certes, il y avait des vins de très grande qualité, dont la destination, ne serait-ce qu'en raison de leur prix, était les notables, les gens nantis, la noblesse et une certaine bourgeoisie. Est-ce à dire que ceux qui n'avaient que de faibles ressources buvaient n'importe quoi, les vins les plus quelconques? C'est en partie exact. Cependant, leur motivation différente pouvait les orienter vers les autres types de vins; en effet, si les premiers consommaient des vins, c'était fondamentalement pour une satisfaction hédoniste, un plaisir sensoriel partagé souvent avec d'autres; pour les seconds, il s'est longtemps agi davantage d'une certaine satisfaction de besoins énergétiques et hydriques, doublée d'un effet euphorisant dispensé par l'alcool, probable moyen d'échapper quelque peu à la pénibilité de la vie. Avec la modification des mœurs, cet aspect des choses a changé peu à peu: chez quel épicier pourra-t-on trouver, maintenant, du vin très ordinaire, tiré anonymement dans une bouteille « étoilée » d'un litre de capacité? Et pourtant! Il faut se souvenir que les ouvriers de la fin du XIX^e et du début du XX^e siècle, effectuant des travaux pénibles, exténuants, étaient fréquemment amenés à compenser leurs déperditions caloriques et hydriques inéluctables au moyen de mélanges d'eau et de vin ordinaire, souvent additionnés d'un peu de sucre; ainsi, la chose était fréquente chez les ouvriers agricoles pratiquant le « démariage » des betteraves, ou, dans l'industrie, comme chez les ouvriers faïenciers, peinant devant et dans les fours de cuisson. Par bonheur, la mécanisation de tous ces travaux durs, et une certaine évolution sociale ont modifié la situation, faisant perdre du même coup le caractère alimentaire du vin, que Pasteur avait largement souligné en son temps; cela dit, sans oublier le rôle tenu, pendant longtemps, par les « bistrots » où se réunissaient, avant de rentrer chez eux à pied ou à bicyclette, les ouvriers des grandes unités minières ou industrielles!

Quelles vignes, pour quels vins?

Il est probable que la vigne existe sur terre depuis des temps immémoriaux, avant même l'apparition de l'homme, comme l'attestent les recherches dans les couches géologiques. Il est également vraisemblable que, comme pour toute plante non sélectionnée, la vigne a produit, pendant longtemps, des petites baies astringentes, acides et peu sucrées, mais suffisamment pour inciter à leur consommation.

Les observations géologiques ont permis de voir que cette plante a occupé à un moment ou un autre, quasiment toutes les contrées de

la planète, quand les conditions climatiques étaient favorables ; bien sûr, l'homme, au cours de son évolution, allait cultiver la plante intéressante en l'installant dans les secteurs pédoclimatiques appropriés et en cherchant à développer les qualités remarquables comme la richesse en sucres. Il est probable que le caractère euphorisant de l'alcool éthylique, qui a bien dû être produit à un moment ou un autre, est apparu comme surprenant... et apprécié ! Au demeurant, l'homme a dû voir dans le jus, fermenté ou non, un substitut partiel à la consommation d'eaux souvent polluées – même si elles l'étaient probablement moins que dans beaucoup de nos situations actuelles –, eaux certainement génératrices de maladies mortelles. De plus, il s'agissait d'une source énergétique non négligeable.

Ainsi, peu à peu, l'homme a-t-il pu découvrir l'existence de deux types de vins :

- les uns, dotés de caractères organoleptiques leur permettant d'entrer dans la catégorie des boissons de grande classe ;
- les autres, aux caractéristiques plus quelconques, les vouant à la catégorie des vins ordinaires.

L'apogée de cette dernière catégorie a probablement été la fin du XIX^e siècle et le début du XX^e ; cette époque est concomitante avec celle de la grande révolution industrielle, mobilisant les énergies d'hommes nombreux, ainsi qu'avec celle d'une agriculture en plein essor, employant, par exemple, en France, plus de 30 % de la population. C'est indéniablement à cette époque que la consommation de vin ordinaire a été maximale. En fait, cette évolution a été d'une durée relativement courte ; et c'est justement la révolution industrielle galopante, qui, en intensifiant la mécanisation, et en provoquant, par là, la diminution de la population manuellement active, en rendant plus faciles et moins contraignants des travaux jusque-là pénibles, a été le moteur essentiel de la diminution de la consommation des vins ordinaires. Cependant, on n'a pas observé de transfert immédiat de cette consommation vers celle des grands crus ; il est indéniable que le prix de ces derniers a été un barrage dissuasif, en même temps que de nouvelles boissons, rendues attractives par divers moyens, contribuaient à accentuer le phénomène. Cependant, le consommateur semble bien s'orienter vers la consommation de bons et très bons vins : on dit qu'il consomme moins, mais « mieux ».

Il s'agit là d'une situation mondiale, les pays émergents et (ou) nouvellement producteurs brûlant les étapes. Ce constat doit alerter, voire alarmer les producteurs impliqués depuis longtemps dans la culture de la vigne, au premier chef les producteurs français.