

Vinification • Élevage • Stabilisation • Conditionnement

# CONNAISSANCE ET TRAVAIL DU VIN

JACQUES BLOUIN • ÉMILE PEYNAUD

6<sup>e</sup> édition actualisée par l'Institut des sciences  
de la vigne et du vin (ISVV), Bordeaux

DUNOD

Direction et conception graphiques de la couverture :  
Nicolas Wiel – Elizabeth Riba (graphiste)

**NOUS NOUS ENGAGEONS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT :**



Nos livres sont imprimés sur des papiers certifiés pour réduire notre impact sur l'environnement.



Le format de nos ouvrages est pensé afin d'optimiser l'utilisation du papier.



Depuis plus de 30 ans, nous imprimons 70 % de nos livres en France et 25 % en Europe et nous mettons tout en œuvre pour augmenter cet engagement auprès des imprimeurs français.



Nous limitons l'utilisation du plastique sur nos ouvrages (film sur les couvertures et les livres).

© Dunod, 2001, 2005, 2012, 2024

11 rue Paul Bert, 92240 Malakoff

[www.dunod.com](http://www.dunod.com)

ISBN 978-2-10-079859-9

# TABLE DES MATIÈRES

---

<b>Préface de la sixième édition</b>	<b>XIII</b>
<b>Préface de la cinquième édition</b>	<b>XV</b>
<b>Préface de la première édition</b>	<b>XIX</b>
<b>1 ● La vigne et les choix viticoles</b>	<b>1</b>
1.1 La vigne	2
1.2 Les choix viticoles	3
1.2.1 Caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle	3
1.2.2 Le matériel végétal	4
1.2.3 Le système de conduite du vignoble	5
1.2.4 Taille d'hiver et travaux en vert	5
1.3 Les enjeux de demain pour le maintien de la qualité des vins face au changement climatique	7
<b>2 ● Le raisin</b>	<b>9</b>
2.1 Cycle de développement de la vigne et étapes de développement du raisin	9
2.2 Détermination des stades phénologiques primordiaux pour le raisin : floraison et véraison	11
2.2.1 Détermination de la date de floraison	11
2.2.2 Détermination de la date de véraison	13
2.2.3 Évolution des stades phénologiques depuis les 70 dernières années en Bordelais	13
2.2.4 L'impact du changement climatique sur la phénologie de la vigne	15
2.3 Le suivi de maturation	18
2.3.1 Les prélèvements de maturation	18
2.3.2 L'extraction des jus pour les contrôles de maturité	22
2.3.3 L'analyse des jus de raisins	22
2.3.4 Un cas particulier : la maturation phénologique	23

<b>2.4</b>	<b>Évolution du raisin en maturation</b>	<b>24</b>
2.4.1	Les nouvelles techniques de suivi de la maturation	24
2.4.2	Le grossissement de la baie	25
2.4.3	L'accumulation des sucres	25
2.4.4	La diminution de l'acidité	26
2.4.5	L'accumulation des composés phénoliques	27
2.4.6	Les composés odorants associés à la maturation et à la surmaturation	28
2.4.7	Les substances azotées	34
2.4.8	Les substances pectiques	35
2.4.9	Les substances lipidiques	35
<b>2.5</b>	<b>Paramètres de la maturation et de la surmaturation</b>	<b>35</b>
2.5.1	Les différentes maturités	35
2.5.2	Indices et modèles de maturation	36
2.5.3	La surmaturation	36
<b>2.6</b>	<b>Le choix de la date de récolte</b>	<b>38</b>
2.6.1	L'état général du vignoble	39
2.6.2	L'état du feuillage et des raisins	40
2.6.3	L'avancement phénologique	40
2.6.4	La composition des raisins	40
2.6.5	La dégustation des raisins	40
<b>2.7</b>	<b>Incidents et accidents de maturation</b>	<b>42</b>
2.7.1	Pourriture grise, complexes de pourriture des raisins	43
2.7.2	Pourriture aigre ou pourriture acide	44
2.7.3	Effets non intentionnels de la protection phytosanitaire du vignoble	47
<b>3 ●</b>	<b>Les fermentations</b>	<b>49</b>
<b>3.1</b>	<b>La fermentation alcoolique</b>	<b>49</b>
3.1.1	La chimie de la fermentation alcoolique	49
3.1.2	Enzymologie et fermentation alcoolique	52
3.1.3	Microbiologie et fermentation alcoolique	53
3.1.4	Conduite des fermentations	58
3.1.5	Les « bonnes pratiques » de la fermentation alcoolique	61
3.1.6	Les arrêts de fermentation	65

<b>3.2</b>	<b>La fermentation malolactique</b>	68
3.2.1	La transformation de l'acide malique	69
3.2.2	Les autres transformations	70
3.2.3	L'organisation des cellules des bactéries lactiques	70
3.2.4	Les bactéries lactiques, du moût à la fin des fermentations	72
3.2.5	Les conditions du vin pour la réalisation de la fermentation malolactique	73
3.2.6	Les conditions du vin pour utiliser des levains malolactiques	75
3.2.7	Les « bonnes pratiques » de la fermentation malolactique	75
3.2.8	La fin de la fermentation malolactique	77
<b>3.3</b>	<b>Les fermentations d'achèvement</b>	77
<b>4 ●</b>	<b>La récolte et le traitement de la vendange – l'extraction des composants du raisin</b>	<b>79</b>
<b>4.1</b>	<b>Les modalités de la récolte</b>	80
<b>4.2</b>	<b>Transport de la vendange, réception au chai et transferts</b>	82
4.2.1	Paramètre temps	83
4.2.2	Macération incontrôlée	83
4.2.3	Température et inertage	84
4.2.4	Manutention douce	84
<b>4.3</b>	<b>Le tri de la vendange</b>	86
4.3.1	Méthodes de tri à la vigne et lors de la réception au chai	86
4.3.2	Option de l'éraflage (puis du foulage)	89
4.3.3	Méthodes de tri pour la sélection des baies	94
<b>4.4</b>	<b>Paramètres généraux de l'extraction des composants du raisin</b>	95
4.4.1	La localisation des composants de la baie	95
4.4.2	Les mécanismes enzymatiques et chimiques lors de la libération des jus	99
4.4.3	Les principales modalités technologiques d'extraction des composants du raisin	101
4.4.4	L'égouttage	103
4.4.5	Les pressoirs et les modalités de pressurage	104
4.4.6	Le suivi qualitatif de l'extraction	111

<b>5 ● Les adaptations en fonction des caractéristiques de la vendange</b>	<b>115</b>
5.1 Introduction générale	115
5.2 La maîtrise de l'acidité	116
5.2.1 Un mot de « chimie de l'acidité »	116
5.2.2 L'impact de l'acidité sur l'évolution du vin	118
5.2.3 La correction de l'acidité	122
5.2.4 La pratique de la désacidification	127
5.3 La maîtrise et l'ajustement de la teneur en éthanol ou le titre alcoométrique volumique des vins	128
5.3.1 L'enrichissement des moûts	129
5.3.2 La diminution de la teneur en sucres des raisins ou de la teneur en éthanol des vins par des adaptations au vignoble ou grâce aux techniques de vinification	138
5.3.3 Le développement de procédés pour désalcooliser les vins ou soustraire le sucre des raisins	139
<b>6 ● La protection des raisins et des vins vis-à-vis des altérations : emploi des sulfites (SO<sub>2</sub>) et solutions alternatives</b>	<b>145</b>
6.1 Les sulfites (SO <sub>2</sub> ) : un additif historique de la protection des raisins et des vins	145
6.1.1 Un peu d'histoire : les sulfites et l'histoire de l'élaboration du vin	145
6.1.2 Quelques rappels sur la chimie de sulfites (SO <sub>2</sub> ) et sur ses différentes formes	145
6.1.3 Combinaison du SO <sub>2</sub>	147
6.1.4 Les sulfites, naturellement produits au cours de la fermentation alcoolique par la levure	148
6.2 Les propriétés des sulfites	149
6.2.1 Les propriétés antimicrobiennes (antiseptiques)	149
6.2.2 L'action antiseptique du SO <sub>2</sub>	151
6.2.3 Les propriétés antioxydantes et anti-oxydasiques	151
6.2.4 Autres propriétés du SO <sub>2</sub>	153
6.2.5 Autres effets du SO <sub>2</sub>	154
6.2.6 L'usage du SO <sub>2</sub> : quelles implications sur la santé ?	155
6.3 De l'emploi mesuré/pondéré du SO <sub>2</sub> par les vinificateurs	155
6.3.1 Les principes de base	155
6.3.2 Le sulfitage à la vinification (avant les fermentations)	157

6.3.3	Le sulfitage après fermentation(s)	159
6.3.4	Le sulfitage en cours d'élevage et lors de mise en bouteilles	162
6.3.5	Les techniques de sulfitage	163
<b>6.4</b>	<b>La réduction des doses de sulfitage</b>	<b>166</b>
6.4.1	La réduction des besoins en SO <sub>2</sub> actif	166
6.4.2	L'amélioration de l'efficacité du SO <sub>2</sub>	167
6.4.3	Les alternatives chimiques ou compléments au SO <sub>2</sub>	168
6.4.4	Procédés physiques permettant de réduire les doses de SO <sub>2</sub>	172
<b>6.5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>176</b>
<b>7 ●</b>	<b>Les vinifications</b>	<b>177</b>
<b>7.1</b>	<b>Les vinifications en rouge</b>	<b>178</b>
7.1.1	Quel vin rouge ?	178
7.1.2	La récolte	179
7.1.3	L'encuvage	180
7.1.4	La cuvaison	183
7.1.5	Écoulage, décuvage et pressurage	200
7.1.6	Les vinifications en rouge spéciales	204
<b>7.2</b>	<b>La vinification en blanc sec</b>	<b>209</b>
7.2.1	Quels vins blancs secs ?	209
7.2.2	Considérations générales à propos de la vinification des vins blancs secs	212
7.2.3	Définition de la maturité des raisins et choix de la date de récolte	213
7.2.4	Modalités de récolte des raisins, transport et réception à la cave, extraction des jus	215
7.2.5	La protection ou l'absence de protection des moûts vis-à-vis de l'oxydation	218
7.2.6	L'étape de la clarification des jus de raisins ou débouillage	220
7.2.7	Enclenchement et déroulement de la fermentation alcoolique puis éventuellement de la fermentation malolactique	229
7.2.8	L'élaboration de vins blancs secs « sans sulfites » ajoutés	231
<b>7.3</b>	<b>La vinification des vins blancs doux</b>	<b>232</b>
7.3.1	Quels vins blancs doux ?	232
<b>7.4</b>	<b>La vinification en rosés et claires</b>	<b>236</b>
7.4.1	Maturation et maturité de raisins	238
7.4.2	Modalités de la récolte, déroulement des opérations préfermentaires	238
7.4.3	Maîtrise des fermentations et élevage des vins	238

<b>7.5</b>	<b>Vinifications « spéciales »</b>	<b>239</b>
7.5.1	Les vins effervescents	239
7.5.2	Les vins de liqueur (VDL) ou vins « fortifiés »	241
7.5.3	Les vins de « voile »	242
7.5.4	Les vins dits « oranges »	242
<b>8 ●</b>	<b>L'élevage des vins</b>	<b>245</b>
<b>8.1</b>	<b>Rôle de l'élevage sur la qualité des vins</b>	<b>245</b>
8.1.1	Les objectifs	246
8.1.2	Les principes généraux de la conduite de l'élevage	246
<b>8.2</b>	<b>Les assemblages</b>	<b>250</b>
8.2.1	Principe	250
8.2.2	Quelques techniques d'assemblage	251
<b>8.3</b>	<b>Les soutirages</b>	<b>253</b>
8.3.1	Le décantage (ou décantation)	253
8.3.2	Le dégazage	254
8.3.3	L'homogénéisation	254
8.3.4	L'aération	254
8.3.5	Le sulfitage	257
8.3.6	L'élevage sur lies	257
<b>8.4</b>	<b>Les ouillages</b>	<b>258</b>
<b>8.5</b>	<b>L'élevage en cuves et en barriques</b>	<b>260</b>
8.5.1	Cuve ou barrique	261
8.5.2	Quelques techniques d'élevage en barriques	263
8.5.3	Copeaux, « staves », « chips » et tanins : le bois dans le vin	270
<b>9 ●</b>	<b>Les maladies et les accidents des vins</b>	<b>273</b>
<b>9.1</b>	<b>Introduction</b>	<b>273</b>
<b>9.2</b>	<b>Mécanismes généraux et classifications</b>	<b>274</b>
9.2.1	Les mécanismes	274
9.2.2	Classification des maladies et des accidents	275
<b>9.3</b>	<b>Maladies et accidents microbiens</b>	<b>276</b>
9.3.1	Les maladies levuriennes	276
9.3.2	Les maladies bactériennes	284

<b>9.4</b>	<b>Les accidents physico-chimiques</b>	290
9.4.1	La casse ferrique	290
9.4.2	La casse cuivreuse	293
9.4.3	Les précipitations tartriques	294
9.4.4	Les troubles protéiques	294
9.4.5	Les précipitations de matières colorantes	296
<b>10</b>	<b>● La clarification et la stabilisation des vins</b>	<b>299</b>
<b>10.1</b>	<b>Le principe de la clarification des vins</b>	299
10.1.1	Mesure de la limpidité	300
<b>10.2</b>	<b>Les collages</b>	301
10.2.1	Mécanismes	301
10.2.2	Le choix du collage	304
10.2.3	Les colles œnologiques	305
10.2.4	La pratique du collage	309
<b>10.3</b>	<b>La clarification des vins par filtration et centrifugation</b>	311
10.3.1	Pourquoi filtrer ?	311
10.3.2	Les mécanismes de la filtration	312
10.3.3	Les matériaux et milieux filtrants	313
10.3.4	Les filtres	317
10.3.5	Filtration avant embouteillage	318
10.3.6	Filtration « dégrossissante »	321
10.3.7	Choix et suivi de la filtration	325
10.3.8	Collage et filtration	332
10.3.9	Filtration et qualité organoleptique	333
10.3.10	La centrifugation	334
<b>10.4</b>	<b>La stabilisation tartrique des vins</b>	334
10.4.1	La physico-chimie des précipitations tartriques	335
10.4.2	Les essais de stabilité tartrique	336
10.4.3	Les techniques de stabilisation tartrique	341
10.4.4	Les précipitations du tartrate de calcium	348
<b>10.5</b>	<b>Gestion générale de la clarification et de la stabilisation des vins</b>	350
<b>11</b>	<b>● Le conditionnement des vins</b>	<b>353</b>
<b>11.1</b>	<b>Les vins « rendu mise »</b>	353
<b>11.2</b>	<b>La mise en bouteille</b>	356

11.2.1	Le suivi général de la mise en bouteille	356
11.2.2	Le tirage (embouteillage, remplissage)	360
11.2.3	Le bouchage	362
11.2.4	Autres types d'obturateurs	366
11.2.5	Impact de l'obturateur sur l'évolution des vins	370
<b>11.3</b>	<b>Les conditionnements divers</b>	<b>372</b>
<b>11.4</b>	<b>Stockage et expédition</b>	<b>372</b>
<b>12 ●</b>	<b>Chais et cuiviers : conception et fonctionnement</b>	<b>375</b>
<b>12.1</b>	<b>Les systèmes de maîtrise de la qualité</b>	<b>375</b>
12.1.1	Le HACCP	375
12.1.2	L'assurance qualité	376
12.1.3	L'accréditation	377
12.1.4	Les principes d'obtention de la qualité	377
<b>12.2</b>	<b>La pratique de l'assurance qualité</b>	<b>378</b>
12.2.1	La main-d'œuvre	378
12.2.2	Le matériel	379
12.2.3	Les matières consommables	379
12.2.4	Le milieu et les locaux	379
12.2.5	Les modes opératoires	386
12.2.6	Gestion générale des chais et cuiviers	388
<b>12.3</b>	<b>L'hygiène œnologique</b>	<b>389</b>
12.3.1	Principes	389
12.3.2	Quelques aspects pratiques	390
<b>12.4</b>	<b>Quelques exemples de chais et cuiviers</b>	<b>393</b>
12.4.1	Chantiers de réception de la vendange	393
12.4.2	Chantiers de démarcage	394
12.4.3	Cuves	397
<b>12.5</b>	<b>Les effluents vinicoles</b>	<b>401</b>
12.5.1	Généralités	401
12.5.2	Maîtrise générale des effluents	404
12.5.3	Traitements spécifiques des effluents	405

<b>Annexe A ● L'analyse sensorielle au service de la caractérisation de l'identité et de la qualité des vins</b>	<b>409</b>
<b>A.1 Les bonnes pratiques en analyse sensorielle</b>	410
A.1.1 Équilibrer l'ordre de présentation des échantillons	410
A.1.2 Le choix du panel	411
<b>A.2 Les tests et épreuves en analyse sensorielle</b>	411
A.2.1 Les tests discriminatifs	411
A.2.2 Les tests descriptifs	414
A.2.3 Test spécifique à la notion de qualité	417
<b>A.3 Conclusion</b>	418
<b>Bibliographie et sitographie</b>	<b>419</b>
<b>Index</b>	<b>423</b>



Retrouvez en téléchargement sur le site [dunod.com](http://dunod.com) la suite des annexes de l'ouvrage

## **Annexe B ● La maîtrise du sulfitage**

- B.1 Niveau de SO<sub>2</sub> libre et/ou actif nécessaire
- B.2 Calcul du SO<sub>2</sub> à ajouter
- B.3 Validation des calculs

## **Annexe C ● Tableaux d'aide à la précision**

- C.1 Objectifs
- C.2 Risques de fermentation alcoolique difficile
- C.3 Fiche de macération des vins rouges
- C.4 Besoins d'aération-oxygénation
- C.5 Besoin de clarification-stabilisation
- C.6 Estimation des risques microbiologiques

## **Annexe D ● Le bon usage des analyses œnologiques**

- D.1 Quelles contraintes ?
- D.2 Quelles priorités analytiques ?

## **Annexe E ● Choix de la meilleure filtration des vins : mécanismes, techniques d'optimisation**

- E.1 Quelques rappels
- E.2 Les lois de filtration
- E.3 Mesures prévisionnelles de la filtrabilité

## **Annexe F ● Examen des bouchons et des bouteilles**

- F.1 Examen des bouchons avant achat ou à réception
- F.2 Examen des bouteilles après mise

## **Annexe G ● Optimisation des assemblages**

- G.1 Objectifs
- G.2 Organisation générale
- G.3 Résultats
- G.4 Optimisation gustative des assemblages

## **Annexe H ● Validation des résultats analytiques**

- H.1 Objectifs
- H.2 Données de base
- H.3 Comparaisons pour chaque composant
- H.4 Comparaisons multicomposants

## **Préfaces de la première à la quatrième édition**

# PRÉFACE DE LA SIXIÈME ÉDITION

---

L'ouvrage *Connaissance et travail du vin* a été publié il y a plus d'un demi-siècle sous la plume d'Émile Peynaud, excellent chercheur, œnologue de terrain et remarquable passeur de savoirs. À l'époque, il s'agissait de transmettre aux vificateurs et étudiants des éléments de connaissances accessibles pour leur permettre de « connaître le vin, pour mieux l'élaborer, l'élever, le conserver, pour mieux l'apprécier aussi ». Cet ouvrage a ensuite été régulièrement réédité et complété par Émile Peynaud, qui est décédé en 2004, puis par Jacques Blouin, jusqu'à la dernière édition de 2012. Jacques Blouin était docteur d'université, élève d'Émile Peynaud à la Faculté d'œnologie de Bordeaux, auteur de plusieurs ouvrages, et directeur pendant 30 années du service Vin de la Chambre d'agriculture de la Gironde.

Lorsque Dunod nous a sollicités pour actualiser *Connaissance et travail du vin*, il nous a semblé cohérent de pérenniser, dans la continuité des auteurs historiques, un ouvrage ayant marqué des générations de vificateurs. Nous avons estimé qu'il était essentiel de transmettre au plus grand nombre, une somme de connaissances, rigoureusement établies et dispensées dans le cadre des formations de l'Institut des sciences de la vigne et du vin. Cet ouvrage se veut encore plus orienté vers la pratique que le *Traité d'Œnologie*<sup>1</sup>. En près d'une quinzaine d'années, le monde du vin a connu de nombreuses évolutions et notamment sur les volets environnementaux, commerciaux et sociétaux. L'influence du changement climatique sur la physiologie de la vigne se manifeste de façon indiscutable par la précocité du cycle végétatif et la réalisation de récoltes estivales, sous des températures élevées, parfois caniculaires. Ce changement est aussi associé à une instabilité climatique fréquente, source d'accidents dans le vignoble causés par le gel printanier, la grêle et par le développement de maladies cryptogamiques. Sur ce volet, la gestion du vignoble est devenue d'autant plus difficile, en raison de la nécessité de limiter l'emploi de produits phytosanitaires. Dans un contexte de baisse continue de la consommation, l'attente sociétale à propos du vin n'a cessé d'évoluer, le vin historiquement « aliment » étant devenu un produit essentiellement culturel. Cette aspiration se confirme avec le renforcement de la notoriété des vins les plus réputés. Il se développe aussi une quête d'expériences de dégustation (découverte de zones de production, de vins élaborés à partir de cépages divers, voire de vins élaborés sans ou avec de faibles titres alcoométriques : vins *No-Low*, etc.). En outre, notre société

---

1. Ribéreau-Gayon P., *Traité d'œnologie-Tomes 1 et 2, 7<sup>e</sup> édition*, Dunod, 2020.

aspire à retrouver dans le vin des dimensions de « naturalité », faisant au moins écho au souhait de produits élaborés dans un cadre strict de limitation d'intrants chimiques. Ce concept se révèle parfois par l'intérêt pour des produits dits « naturels » pour lesquels le vinificateur serait invité à contenir son action. « Au cellier, ne faites rien ! » entend-on clamer parfois. Ces phénomènes sociétaux témoignent d'un regard paradoxal sur un produit millénaire, pourtant symbole culturel de nombreuses civilisations, et dont la dimension anthropologique est évidente. De fait, l'œnologie, à la fois science appliquée et technologie, peut se trouver considérée parfois, à tort, comme un outil de banalisation de l'expression sensorielle du vin, un procédé de standardisation du goût. Sans doute, chez quelques technologues égarés, cette dimension existe mais là n'est pas le rôle de l'œnologie. Pour reprendre les mots d'Émile Peynaud, sa vocation première est celle de « comprendre les pratiques empiriques pour mieux en interpréter les usages et contribuer à en maîtriser les impacts », de fait à servir de guide au vinificateur, en éclairant ses intuitions, en vue de l'élaboration de vins, non déviés, qu'il souhaite élaborer. Cet acquis pourra, selon les circonstances, contribuer à dévoiler l'expression originale d'une variété sur un terroir donné, à un meilleur ajustement d'un procédé technologique ou à la mise en lumière d'un savoir-faire ancestral... Ainsi, la connaissance scientifique et technique, rigoureusement construite, permet, en complétant la démarche empirique, d'orienter les choix du vinificateur vers une meilleure valorisation de la qualité des vins, une révélation plus fidèle de leur origine, et finalement d'accroître le plaisir procuré par leur dégustation.

La sixième édition de *Connaissance et travail du vin* est le fruit d'un travail collectif réalisé par des membres de l'Institut des sciences de la vigne et du vin, ISVV, chercheurs et enseignants-chercheurs. Chacun selon son expertise a actualisé de manière didactique les principaux sujets en lien avec la maturation des raisins et l'élaboration du vin. L'ouvrage est structuré dans le même esprit que les éditions précédentes, avec le souhait de rendre accessibles les connaissances récentes de l'œnologie, fruits de travaux de recherche et d'expérimentations. Nous espérons ainsi que cet ouvrage puisse enrichir la réflexion de vinificateurs « au service du vin ».

Philippe Darriet<sup>1</sup>  
 Laurence Geny-Denis<sup>1</sup>  
 Rémy Ghidossi<sup>1</sup>  
 Soizic Lacampagne<sup>4</sup>  
 Patrick Lucas<sup>1</sup>  
 Axel Marchal<sup>1</sup>  
 Isabelle Masneuf-Pomarède<sup>2</sup>  
 Claudia Nioi<sup>1</sup>  
 Alexandre Pons<sup>3</sup>  
 Sophie Tempère<sup>1</sup>

- 
1. Enseignant-chercheur de l'Université de Bordeaux à l'Institut des sciences de la vigne et du vin.
  2. Enseignant-chercheur de Bordeaux Sciences Agro à l'Institut des sciences de la vigne et du vin.
  3. Chargé de recherche détaché à l'Institut des sciences de la vigne et du vin.
  4. Ingénieur de recherche de l'Université de Bordeaux à l'Institut des sciences de la vigne et du vin.

# PRÉFACE DE LA CINQUIÈME ÉDITION

---

1971-2011 : en quarante ans, le « Monde du Vin » a beaucoup changé. Il y a deux générations, on ignorait les ordinateurs personnels, le téléphone portable, le GPS... mais aussi la lutte efficace contre la pourriture grise, la machine à vendanger, la maîtrise efficace des températures, les levures sèches actives, la filtration tangentielle... On discutait de la fermentation malolactique comme bienfait ou maladie du vin, les laboratoires d'analyses étaient à peu près les mêmes que du temps de Pasteur, le « goût de bois » était un défaut...

On pourrait écrire un livre sur ces différences. On pourrait aussi écrire un autre très gros livre sur les nouvelles connaissances acquises depuis cette époque sur la physiologie de la vigne, les composants des raisins et des vins et leur biochimie, les outils de diagnostic à la vigne et au chai...

Cette cinquième édition de *Connaissance et travail du vin*, sept ans après la disparition d'Émile Peynaud, essaie de prendre en compte l'essentiel de ces évolutions, comme la première édition avait déjà intégré l'ensemble des connaissances de son temps, notamment celles acquises depuis 1945. Elle se doit aussi de considérer, simultanément, plusieurs autres changements majeurs.

Le marché du vin a été bouleversé entre 1971-1973 et 2008-2010. La surface du vignoble mondial a chuté de 24 % (7,6 millions d'hectares), sa production de 14 % (266 millions d'hectolitres), la consommation de 12 % (238 millions d'hectolitres) alors que le rendement moyen a augmenté de 10 % (34 hectolitres/hectare « seulement ») et que les exportations ont bondi de +110 % pour atteindre 32 % de la production de vin, contre 13 % en 1971-1973.

L'évolution française est encore plus violente : surface (- 36 %), volume (- 33 %), consommation nationale (- 48 %) mais exportations de +125 %, soit 36 % de sa production (contre 9 %) et 16 % des exportations mondiales (contre 15 %). Dans le même temps, on est passé de plus d'un million de producteurs à moins de cent quarante mille. On pourrait faire des observations très comparables pour l'Italie et l'Espagne, les deux autres vignobles sur le podium mondial depuis des siècles.

La consommation de vin-boisson s'est effondrée. Le « gros rouge », le « six étoiles »... sont (heureusement) inconnus des plus de vingt-trente-quarante... ans. On est passé au « bib », au bar à vins, aux rubriques vineuses dans toute la presse... Dans le même temps, le « Nouveau Monde » (USA, Chili, Argentine,

Afrique du Sud, Australie, Nouvelle-Zélande) augmentait sa production de 42 % (67 millions d'hectolitres), soit 25 % de la production mondiale, contre 15 % il y a quarante ans. Les prix des vins couvrent une gamme très large, de moins de 1 € à plus de 100, voire 1 000 € ou plus la bouteille, en magasin, en France. Concrètement, le prix de vente moyen pondéré des volumes du vin en vrac de la campagne 2010-2011 est d'environ 100-110 €/hl, soit environ 0,80 € de vin par bouteille de 75 cl (hors conditionnement et hors taxes). Plus précisément, en France, environ 80 % des volumes sont négociés au-dessous de ces prix moyens.

Ces prix « moyens » français se retrouvent sur le marché international ; la plupart des exportations importantes des pays non européens vers l'Union Européenne sont compris entre 1 et 3 €/bouteille (hors taxes). Seules quelques grandes régions françaises (la Champagne et dans un moindre mesure, la Bourgogne et Bordeaux) dépassent 5-7 €/bouteille à l'exportation. Ces chiffres observés ne visent ici qu'à rappeler que toute action œnologique (et viticole) doit être aussi réfléchie selon un coût supportable, très variable selon les situations.

Cette extrême diversité de prix est accompagnée d'une très grande diversité de présentations réglementaires (quelques milliers d'AOC, AOP, IGP, vins de cépages... dans le monde) et de types de vins (plus de 400 reconnus par la seule Union Européenne) puis de personnalisations (Château, *winery*, bodega, cantine, « quinta », « kelleri »...).

Pour rester dans le domaine de la pratique œnologique, seul objet de ce livre qui ne peut ignorer le contexte économique général, il convient de noter plusieurs faits de développement récent.

Depuis quarante ans, le nombre de travaux puis de publications scientifiques, techniques et/ou commerciales a explosé. Nul ne peut plus connaître tous ces documents mais ils sont (presque) tous accessibles par Internet.

Le nombre d'outils d'analyses, de travail, de contrôle, de régulation... a aussi explosé. On observe une multiplicité d'études et de documents ultra-spécialisés, seulement applicables dans quelques situations mais pouvant faire l'objet de campagnes de communication générales, devenant excessives.

Des notions aussi diverses – et parfois contradictoires – que Assurance Qualité, Protection de l'environnement, vin « bio », exigences commerciales, vin et santé, vin-plaisir... ont aujourd'hui une place mal définie mais importante.

Le résumé est inaccessible, il convient d'aller au « tri sélectif », pour repérer ce qui est important et adapté à chaque situation particulière. C'est difficile, toujours incomplet, jamais à l'abri d'approximations excessives. C'est cependant la voie retenue ici, en sollicitant chaque lecteur pour qu'il (se) pose les bonnes questions, celles qui l'orientent vers les bons documents – écrits, oraux ou « virtuels » sur Internet –, les plus aptes à procurer les bonnes réponses à ses préoccupations. Le mécanisme est le même pour un vin de 2, 20 ou 200 € la bouteille, car la physiologie de la vigne, la biochimie du vin obéissent aux mêmes règles, connues ou inconnues. Tous méritent d'abord les mêmes réflexions puis les mêmes soins.

Dans tous les cas, le responsable de chai ne peut qu'être un généraliste prenant une seule décision globale parmi une immense diversité de possibilités locales, ponctuelles, soumises par les spécialistes, qui proposent mais n'ont pas à décider.

Le plus souvent, chaque grand chapitre de ce livre sera organisé autour du schéma suivant :

- Quel est le thème principal ?
- Quelles sont les connaissances actuelles disponibles indispensables ?
- Quelles questions se posent sur ses objectifs et les moyens accessibles ?
- Quels outils – matériels, produits, pratiques – sont à utiliser ?
- Comment s'assurer que les objectifs sont atteints ?

Pour rester dans un livre de volume raisonnable, de très nombreux renseignements complémentaires seront à recueillir auprès des meilleures sources, les plus compétentes, les plus actualisées et les plus neutres possibles, *via* quelques bonnes adresses.

Dernier point essentiel : ce livre essaie de rester fidèle à l'esprit de Émile Peynaud, tel qu'il me l'a inculqué – sans l'imposer – , notamment pour intégrer au mieux les connaissances du temps en pensant, sans cesse, au seul « Maître du Vin », le consommateur – l'œnopote – qui, dans le cadre d'une consommation raisonnable, savoure le Plaisir dans le verre.

Jacques Blouin – Décembre 2011



# PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION

---

Écrit avec la matière de quarante années d'observations et de recherches et avec l'expérience de vingt années d'un enseignement destiné à l'étudiant comme au professionnel, ce livre se veut à la fois théorique et pratique, explicatif et réaliste. Son objectif est de mieux faire connaître le vin, pour mieux l'élaborer, l'élever, le conserver, pour mieux l'apprécier aussi. Produit par le travail de l'homme, le vin en définitive vaut ce que vaut l'homme et l'ignorant ne fait du bon vin que par hasard. L'œnologie n'est pas une science abstraite ; elle est née de la recherche de solutions à des problèmes pratiques. Mais si les faits s'observent au niveau du travail de la cave ou du chai, les explications ne peuvent être données, les lois ne peuvent être établies et le progrès ne peut naître qu'au niveau supérieur de l'étude des phénomènes. Ainsi, l'œnologie a ses bases profondes dans la chimie-physique, la biochimie, la microbiologie.

Le progrès technique passe par les voies de la recherche scientifique appliquée et de la diffusion des connaissances acquises. Il ne suffit pas de faire avancer dans les laboratoires les connaissances sur le vin, il faut les répandre dans les chais pour arriver à les inscrire dans la pratique journalière. D'ailleurs, plus rapide est la progression scientifique et plus grand est le risque de décalage entre ce que l'on sait et ce que l'on fait. Il faut resserrer cette marge et accélérer l'évolution. C'est à quoi tend ce livre. Il répond ainsi au besoin souvent exprimé par les organisations professionnelles d'une vulgarisation sérieuse des connaissances et des méthodes, à l'usage de la production et des métiers du vin.

Il a été conçu comme un aide-mémoire pour l'étudiant en œnologie et pour l'œnologue confronté à des problèmes pratiques ; mais il s'adresse surtout au « professionnel » du vin : producteur, vinificateur, technicien, caviste, maître de chai, dégustateur, commerçant, courtier. C'est pour eux que l'auteur a renoncé à la présentation chimique et analytique habituelle des livres d'œnologie. Ce livre est pour le lecteur une introduction qui lui permettra ensuite d'accéder plus aisément à la lecture du *Traité d'œnologie* et d'*Analyse et contrôle des vins*.

L'auteur est le premier élève et collaborateur du Professeur Jean Ribéreau-Gayon. Bien qu'il ne porte pas sa signature, ce livre est profondément imprégné de ses travaux et de sa doctrine.

Émile Peynaud



# 1 • LA VIGNE ET LES CHOIX VITICOLES

---

Actualisé par LAURENCE GENY-DENIS  
pour la présente édition

L'évolution mondiale de la consommation de vin fait apparaître en tout pays une réduction de la consommation des vins « ordinaires » partiellement remplacés par des vins « fins ». Les nouveaux pays consommateurs ne connaissent que ces derniers. Dans tous les cas, on recherche les vins pour leur qualité.

Ainsi pour tout producteur, consommateur ou amateur de vin, la notion de qualité est omniprésente, incontournable, presque obligatoire. Elle permet de qualifier et d'identifier un vin, d'orienter les choix techniques ou marchands, de transmettre un ressenti, de partager des émotions, etc. Pourtant, il n'existe pas de définition simple et unique de la qualité des vins. Les critères évoluent et reposent à la fois sur des processus empiriques, gustatifs, techniques, hédonistes, hygiéniques, identitaires, sociaux, culturels, etc. Alors que dans la 5<sup>e</sup> édition, étaient définis 5 types de qualité (sensorielle, nutritive, toxicologique, formelle et culturelle), il semble maintenant impossible de distinguer aussi facilement et simplement cette notion, qui ne fait qu'évoluer et se complexifier dans le temps et l'espace, en prenant des formes très divergentes en fonction des contextes dans lesquels elle s'établit.

Comme l'explique Laurence Fabbri dans son essai « Terroir, territoire, réglementation, technique... Une réflexion autour de la qualité des vins, 2002 », plusieurs théories s'opposent quant à la définition de la qualité des vins. Celle des anciens, qui considéraient qu'en tant qu'aliment de civilisation, produit non indispensable plus désiré qu'essentiel, producteurs et consommateurs influençaient la qualité du vin par leur statut social. Une deuxième, plus moderne, qui a essayé d'expliquer plus rationnellement les conditions nécessaires à l'obtention d'un vin de qualité. L'introduction de la notion de terroir (au début du xx<sup>e</sup> siècle) a ouvert la voie d'une nouvelle approche de la qualité. Si dans un premier temps, le terroir a été avant tout abordé par l'approche agronomique où climat, relief, sol et sous-sol étaient les principaux facteurs essentiels à la production, très vite il s'est enrichi des savoir-faire locaux permettant la maîtrise des processus d'élaboration particuliers à chaque vin. Cette spécificité à un lieu, difficilement reproductible, va permettre d'inscrire des attributs physiques dans la définition de qualité d'un vin faisant apparaître la notion de typicité. Une troisième approche, issue de travaux menés depuis le début des années 2000, relance le débat de la définition de la qualité par de nouvelles interrogations en lien avec la

responsabilité sociétale des appareils de production. Alors que la notion de typicité (que l'on peut fortement lier à l'amélioration des connaissances des caractéristiques physico-chimiques des vins et de la meilleure maîtrise de leur élaboration grâce aux progrès de l'œnologie moderne) a complété la notion de qualité au cours du XX<sup>e</sup> siècle en incluant les aspects agronomiques, culturels, économiques, symboliques, etc., les nouvelles approches du XXI<sup>e</sup> siècle tendent ainsi à atténuer le rôle du terroir en tant qu'unique support de production, pour l'associer à un espace plus vaste, intégrant de manière forte identité culturelle, construction et responsabilité sociétale.

Le producteur doit maintenant appréhender la qualité au travers de deux dimensions. Une dimension interne qui se réfère au produit lui-même, à son mode de production (qui se doit d'être le plus respectueux de l'environnement possible) ; et une dimension externe qui utilise les référents socioculturels des territoires de production associés aux symboles ancestraux du travail de la vigne, tout en maîtrisant les connaissances scientifiques.

## 1.1 La vigne

La vigne, ou vigne cultivée (*Vitis vinifera L.*), est une plante ligneuse et pérenne de la famille des Vitacées. Il s'agit de l'une des rares lianes domestiquées. Lorsqu'elle est cultivée, elle doit assurer à la fois une croissance végétative et une production suffisante de fruits qui pourront arriver à maturité. Une vigne bien développée comporte :

- des parties pérennes formées du système racinaire (porte-greffe) et d'une partie du système aérien (charpente) ;
- des parties aériennes caduques que sont les rameaux, les feuilles, les bourgeons, les inflorescences et les baies de raisin.

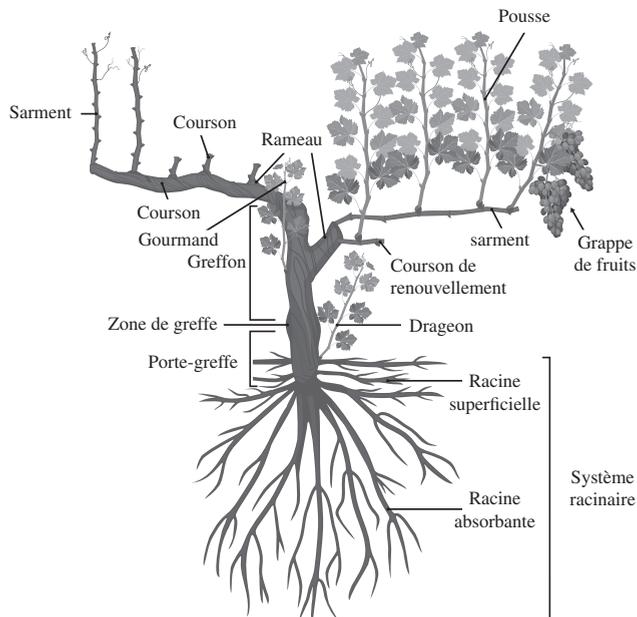


Figure 1.1 – La structure du plant de vigne (dessin : Kazakova Maryia/Shutterstock).

Les structures pérennes vont évoluer avec le temps et l'âge de la plante. Elles ont un rôle de structuration de la forme de la souche mais également de stockage des réserves nutritionnelles, en carbone, azote et autres éléments minéraux qui vont être, chaque année, mobilisées et utilisées pour la croissance au moment de la reprise végétative.

Le système racinaire, à l'interface entre la plante et le sol, joue un rôle essentiel en tant que support sol mais surtout dans l'assimilation de l'eau et des éléments minéraux. Le porte-greffe est en général un hybride plus ou moins complexe de *Vitis* « américaine » en raison de sa tolérance au phylloxéra et va influencer par ses potentialités d'assimilation de l'eau et des éléments minéraux la croissance de la partie aérienne et la formation des fruits.

La charpente est formée du tronc et des bras qui sont issus des rameaux, conservés par le viticulteur au moment de la taille de formation. Ces structures sont les supports des organes caducs, mais surtout des organes de stockage de réserves nutritionnelles et des structures permettant les transferts de sèves entre les différentes parties de la plante.

Les structures caduques vont apparaître à la fin de l'hiver au moment du débourrement et disparaître en début d'automne avec la récolte et la chute des feuilles. Ces structures sont en lien avec la croissance des rameaux et l'activité photosynthétique des feuilles ; leur développement dépendra de l'activité biologique de la plante entière, des conditions climatiques du millésime ainsi que des pratiques et choix viticoles réalisés par le viticulteur.

## 1.2 Les choix viticoles

Les choix viticoles, de l'implantation du vignoble à la récolte, vont être essentiels pour pérenniser la parcelle et établir la qualité du raisin. Ces choix vont concerner :

- les caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle ;
- le matériel végétal (porte-greffe et greffon) ;
- les modes de conduite ;
- les pratiques viticoles (taille d'hiver, travaux en vert, entretien du sol, protection sanitaire du vignoble).

### 1.2.1 Caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle

Les caractéristiques pédoclimatiques de la parcelle vont être essentielles, car la nature du sol va conditionner le fonctionnement de la plante en modulant via le système racinaire son alimentation hydrique et minérale, alors que les conditions climatiques vont impacter le développement aérien via la température, l'ensoleillement et la pluviométrie.

Le sol, caractérisé par sa texture – ou composition granulométrique – et sa structure – ou arrangements des agrégats –, va déterminer le fonctionnement et la maturation du raisin en modulant notamment les capacités d'alimentation en eau de la plante.

Les sols calcaires développent la finesse, l'aptitude au vieillissement, alors que les sols argileux favorisent les vins puissants, les sables et graves développent la précocité, etc. Ces caractères sont très largement amplifiés ou atténués par la profondeur du sol exploitée par les racines, par la facilité d'élimination ou de stagnation de l'eau. Seguin a montré que les différences essentielles découlent directement des teneurs en eau des sols aux différentes périodes de la vie de la vigne. Nos ancêtres ont fabriqué quelques-uns des plus grands vignobles actuels en les drainant, en les amendant depuis des siècles. Les cépages réagissent spécifiquement à ces écarts : les mérites du merlot s'expriment parfaitement sur des sols argileux et calcaires alors que le cabernet-sauvignon préfère les graves. La fertilisation ne devrait que renouveler les très faibles exportations d'éléments nutritifs par les récoltes et compenser les éventuelles carences, sans en créer d'autres. Les sols très profonds, très riches, (trop bien) alimentés en eau, produisent sous climat chaud beaucoup de raisins, parfois très sucrés, très colorés : l'obtention de vins plus fins passe toujours par la mise en valeur de sols moins fertiles sous climat moins chaud.

Le climat, et notamment la température, va avoir des impacts importants sur le développement du raisin et sa maturité. En climat froid, la maturation n'est généralement pas satisfaisante, mais un excès de chaleur provoque une augmentation du taux de sucre imposant une récolte prématurée alors que les autres composants œnologiques n'ont pas atteint leur optimum. Dans une petite zone géographique, les changements d'orientation des rangs et d'inclinaison des sols créent des différences très bien illustrées par les « Climats » de la Côte-d'Or. Les calculs d'énergie solaire reçue sur les raisins selon les saisons et les heures expliquent ces écarts supportés par le pied de vigne.

Dans un contexte de changement climatique, ces paramètres deviennent essentiels et nécessitent de la part du vigneron des prises de décisions d'un nouveau genre où il est nécessaire d'anticiper les potentielles évolutions climatiques sans en connaître encore toutes les conséquences œnologiques.

### 1.2.2 Le matériel végétal

Le porte-greffe va conditionner le fonctionnement de la plante en régulant l'alimentation hydrique et minérale. Son choix est parfois imposé par les contraintes pédologiques (calcaire, sel, humidité ou sécheresse, etc.), mais le vigneron doit aussi prendre en compte ses capacités à procurer vigueur, précocité, rendement ou qualité. Chaque région viticole connaît aujourd'hui les meilleurs choix possibles et la liste des porte-greffes autorisés en France démontre bien la diversité disponible<sup>1</sup>. Le greffon est formé par une des multiples variétés (cépages) de l'espèce *Vitis vinifera*, seule espèce dont les caractéristiques organoleptiques peuvent permettre l'élaboration de grands vins. L'ensemble des régions viticoles européennes a retenu des listes de cépages autorisés plus ou moins longues et qui évoluent chaque année. Les pays du nouveau monde utilisent ces variétés mais on observe un extraordinaire raccourcissement de la liste des cépages actuellement très plantés (cabernet sauvignon, merlot

1. FranceAgriMer. « Catalogue officiel des variétés de vigne ». (Consulté le 04/07/2024). franceagrimer.fr

noir, syrah, sangiovese, grenachen etc. ; en rouge et chardonay, sauvignon, riesling, etc. en blanc plus quelques autres). On néglige ainsi près de dix mille variétés répertoriées dans le monde (Galet, 2000).

Demain, les deux grands défis de la viticulture que sont le changement climatique et la réduction des phytosanitaires vont nécessiter un changement des mentalités. Les travaux menés dans le cadre de la recherche de matériel végétal mieux adapté aux nouvelles contraintes environnementales et sociétales ont d'ores et déjà permis d'inscrire entre 2008 et 2020, 79 cépages ou variétés de cuves au catalogue national officiel des variétés (38 cépages anciens retrouvés ; 29 cépages étrangers et 12 issus de création variétale). Un intérêt nouveau se fait donc ressentir pour ces nouveaux cépages et le choix des variétés promet de s'étoffer dans un avenir proche, mais ce qui risque d'être un frein c'est comment ces cépages pour lesquels les aptitudes œnologiques sont encore en cours d'étude vont acquérir leur notoriété.

### 1.2.3 Le système de conduite du vignoble

L'architecture du vignoble est le résultat de nombreux paramètres tels que le système de conduite (densité de plantation, hauteur des souches, orientation des rangs, taille, palissage), le matériel végétal (cépage x porte-greffe) et les pratiques culturales annuelles. La vigne étant une liane, il est possible de moduler sa forme pour proposer un grand nombre de systèmes de conduite adaptés à chaque environnement ; mais avec la mécanisation, seuls quelques systèmes persistent.

Le système de palissage en espalier vertical monoplan est le plus répandu avec des densités de plantation, des hauteurs et des répartitions répondant à des exigences locales généralement d'origine climatique.

Il est établi que l'augmentation de densité augmente le potentiel de production par hectare mais diminue la production par cep, globalement de façon très favorable à la qualité maximale. La hauteur de palissage, entre le niveau inférieur et supérieur de la végétation, détermine la surface foliaire exposée (SFE), c'est-à-dire les possibilités de synthèse par la photosynthèse et ses dérivés qui, seuls, engendrent quantité et qualité des raisins. Cette notion ancienne est relativement bien utilisée par les vignerons et apparaît même dans certains décrets d'appellation. Le vin commence dans la feuille bien exposée, en bon état. Les prélèvements minéraux dans le sol sont indispensables mais sans effet direct sur les paramètres qualitatifs sauf carences ou excès, visibles ou masqués, à identifier et corriger soigneusement.

La forme de la souche est conditionnée par le système de taille qui sera choisi et établi dès la première année après la plantation. Il existe des systèmes de taille et de palissage autorisés adaptés à chaque situation, à chaque parcelle (L. Hidalgo, *Taille de la vigne*, Dunod, 2005).

### 1.2.4 Taille d'hiver et travaux en vert

La taille d'hiver est sans aucun doute la principale intervention humaine, car elle détermine l'organisation générale des rameaux de l'année à venir et le nombre de bourgeons pouvant produire des raisins en fonction de l'état de chaque cep. Ce

choix déterminant a pour objectif le contrôle de la production mais, on le sait maintenant, est un facteur important pour le maintien de l'équilibre physiologique de la souche. Selon la quantité de bourgeons laissés, elle peut engendrer des surproductions et la multiplication des raisins qui auront des difficultés à atteindre le niveau de maturité souhaité, car mal exposés ou entassés ; mais aussi de trop faibles rendements qui ne sont pas toujours en adéquation avec la qualité recherchée. Les erreurs hivernales ou les incidents de croissance peuvent être corrigés par les divers travaux en verts permettant de gérer la quantité de rameaux (ébourgeonnages, épamprage, échardage), la hauteur de surface foliaire (rognages), l'exposition du feuillage (levages) et l'ensoleillement des grappes (effeuillage). Ces travaux pénibles, plus ou moins mécanisables et souvent coûteux, sont pour autant des dépenses très efficaces pour mieux gérer maturation et prophylaxie. En cas de récolte trop abondante, l'éclaircissage (vendanges vertes) qui consiste à supprimer une partie de la récolte au cours de l'été ne doit être qu'un palliatif ponctuel à des excès de vigueur et de production, car d'une année sur l'autre il accroît la vigueur du cep et sa productivité. Sa pratique habituelle est un aveu d'impuissance à maîtriser la vigueur, clé de voûte de tous les vignobles de qualité. Son usage exagéré, aboutissant à des rendements très faibles, produit des vins très concentrés mais plus agréables à déguster qu'à consommer.

## • La taille

• Par ses caractéristiques (liane, acrotonie, pérennité, héliophilie, etc.), le développement de la vigne est principalement orienté vers la production d'organes végétatifs. À l'état sauvage, la vigne non taillée présente une production désordonnée dans l'espace avec des grappes souvent de petite taille et ne correspondant pas aux critères physico-chimiques pour le vigneron. La vigne n'a donc pas besoin d'être taillée pour vivre et produire des fruits, mais doit être taillée pour produire du raisin permettant d'élaborer du vin. Ainsi, chaque année, la pratique de la taille d'hiver va consister à éliminer plus de 90 % des rameaux produits au cours de la saison précédente afin de réguler la production et la végétation de manière ordonnée et ainsi :

- – limiter le développement de la plante dans l'espace qui lui est imparti ;
- – réguler le rendement par pied et atteindre l'objectif de production ;
- – positionner les bourgeons de manière à favoriser la maturation des fruits et limiter l'entassement végétatif.

• La pratique de la taille annuellement va aussi contribuer à donner une forme à la souche et selon le type d'architecture assurer pérennité et capacité de production dans le temps. Mais la suppression d'une partie des bois de l'année (voire de deux ans) va également contribuer à produire au sein de la souche des réactions de défenses amenant à la formation de zones de bois morts pouvant altérer à terme la mise en réserve, la circulation des flux de sèves et l'installation de pathogènes du bois. Depuis 2017, les nombreuses recherches menées dans le cadre du Plan national de dépérissement de la vigne (PNDV) ont mis en lumière le lien entre les pratiques de taille et le dépérissement du vignoble, plaçant ainsi cette tâche au cœur des pratiques viticoles.

## 1.3 Les enjeux de demain pour le maintien de la qualité des vins face au changement climatique

Les enjeux de demain pour le maintien de la qualité des vins sont nombreux, mais l'un des défis principaux est bel et bien l'adaptation au changement climatique. Les premiers signes se font déjà sentir avec une modification des stades phénologiques, des aléas climatiques de plus en plus nombreux (gel, grêle, épisodes caniculaires) et une évolution de la composition des raisins et des vins. À ces évolutions climatiques, s'ajoute également la pression sociétale de plus en plus importante pour une viticulture plus durable et plus respectueuse de l'environnement.

L'impact du milieu physique sur le fonctionnement de la plante et la composition du raisin est bien connu. Le climat local et le micro-climat sont des facteurs qui influencent le plus la composition de la baie et par conséquent le style des vins. En France, la température moyenne a augmenté de +2,3 °C depuis 1961 (chiffres clés du climat – France, Europe et Monde - 2022 – © SDES). Mais à ceci s'ajoute également une élévation du dioxyde de carbone ainsi qu'une augmentation de l'évapotranspiration, de la variabilité des précipitations, de la sécheresse estivale et des températures extrêmes, comme cela a été le cas en 2003, 2014 et 2022 en Europe (GIEC, 2007, 2022 ; Brisson *et al.*, 2010).

Les impacts sur le vignoble sont multiples et peuvent se combiner selon les années<sup>2</sup>.

Une des réponses de la vigne à ces changements climatiques est une avancée des stades du débourrement (induisant une sensibilité plus forte aux gelées tardives), jusqu'à la maturité amplifiant l'augmentation des températures lors des vendanges, avec des risques accrus d'altération des moûts. Les caractéristiques des raisins et vins sont modifiées avec une teneur en alcool augmentée (de 11° à 14° en moyenne depuis les années 1980), une acidité plus faible, des profils aromatiques qui évoluent et des pertes de couleur (blocage de la synthèse des anthocyanes) pour les vins rouges. On observe également un bilan hydrique plus faible pendant la période végétative pouvant entraîner des contraintes (voire des stress) hydriques avec des conséquences sur les rendements et la composition des baies. Enfin, les risques de perte de récolte, voire de destruction de vignes, s'intensifient en raison d'événements climatiques extrêmes comme cela a été le cas lors de la vague de chaleur de 2019, des gelées printanières de 2021 ou de pluies torrentielles. D'autres effets peuvent être mentionnés, notamment ceux en lien avec les pathogènes qui tels que le mildiou peuvent être favorisés les années chaudes et humides.

Cependant, le changement climatique n'est pas uniforme dans le temps, ni dans l'espace (GIEC, 2007, 2022). Étant donné que des facteurs comme la topographie et la proximité de l'océan ont des effets importants sur le climat local, il sera donc nécessaire d'adapter chaque réponse à chaque région viticole séparément.

Parmi les leviers d'adaptation envisagés, ceux limitant les effets de l'augmentation des températures, d'une sécheresse accrue ou d'une augmentation du rayonnement sont les plus souvent évoqués. Pour limiter les effets de températures élevées, il conviendra de rechercher à retarder la maturité du raisin en mettant en œuvre des modifications des techniques viticoles ou celles qui concernent une modification du matériel végétal.

---

2. Ollat *et al.*, (2016). « Climate Change Impacts and Adaptations : New Challenges for the Wine Industry ». *Journal of Wine Economics*, 11(1) : 139-149.

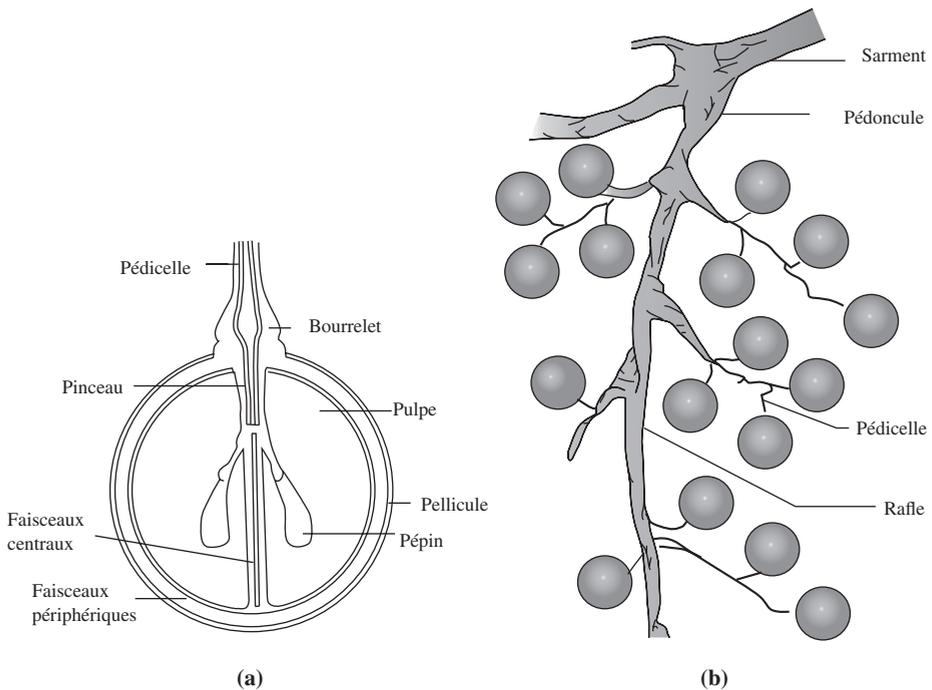


## 2 • LE RAISIN

Actualisé par LAURENCE GENY-DENIS,  
ALEXANDRE PONS et PHILIPPE DARRIET pour la présente édition

### 2.1 Cycle de développement de la vigne et étapes de développement du raisin

Le raisin est une baie classée dans le groupe des fruits charnus à pépins. Les raisins sont organisés en grappe dont la forme dépend du cépage.



**Figure 2.1** – Le fruit de la vigne.

a. Coupe schématique d'une baie de raisin à la maturité. b. Structure de la grappe.

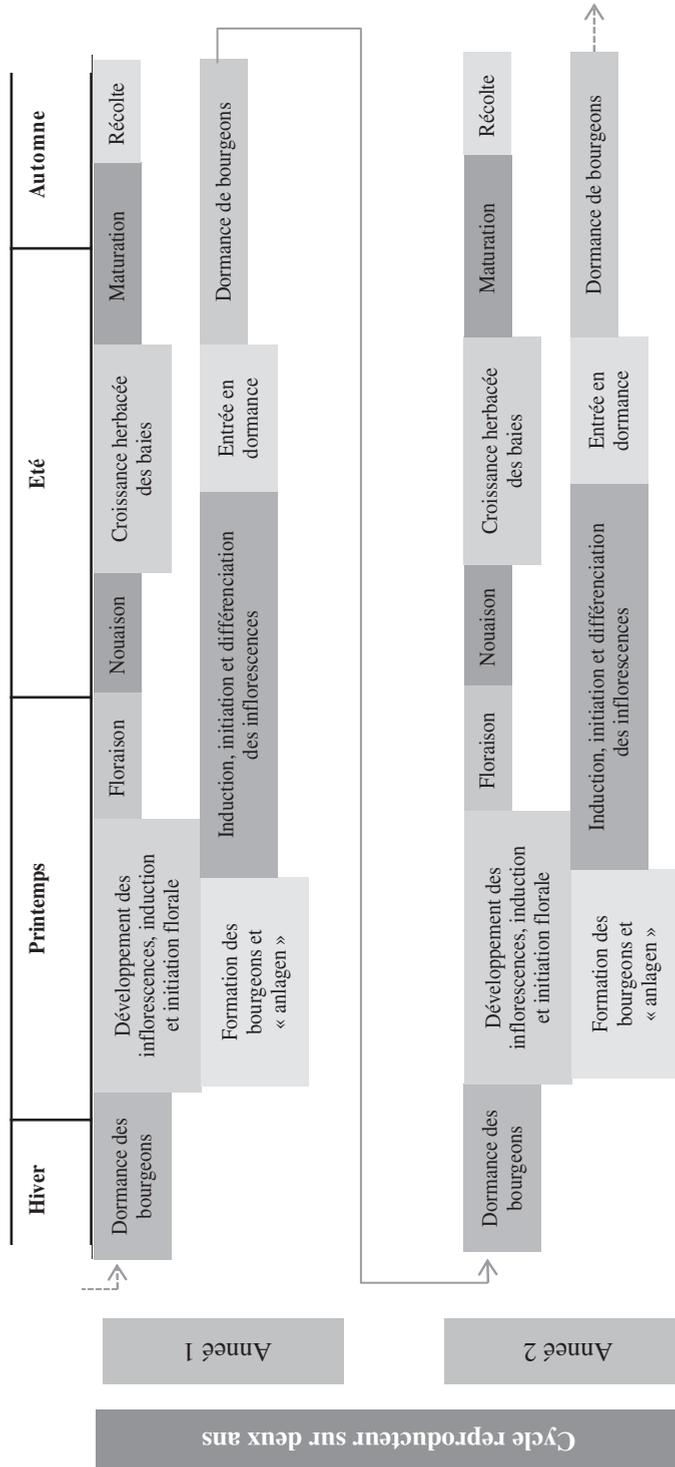


Figure 2.2 – Cycle reproducteur de la vigne (adapté de Carmona 2008, Coombe et Iland 2004 et Carbonneau 1992).

L'obtention du fruit est un processus long de 15 à 18 mois qui se déroule sur deux millésimes consécutifs : une première étape (l'été précédant la récolte) de formation des inflorescences dans les bourgeons permettant la construction des fleurs et une seconde étape, après le débourrement, l'année de la récolte conduisant à la formation du fruit. Ce cycle est rythmé par différentes étapes clés dénommées stades phénologiques.

La quantité se détermine principalement lors de l'initiation inflorescentielle puis lors du débourrement et de la phase de floraison-fécondation de l'année de la récolte.

Les caractéristiques qualitatives du raisin se mettent en place entre la floraison et la récolte, en 110-120 jours seulement. Le vinificateur doit déterminer, sur ses parcelles, ces différentes dates – les stades phénologiques – clés de voûte d'une récolte à la bonne date.

## 2.2 Détermination des stades phénologiques primordiaux pour le raisin : floraison et véraison

### 2.2.1 Détermination de la date de floraison

La floraison est une étape cruciale car elle marque le début de la phase reproductive et permet par l'épanouissement de la fleur, la libération des grains de pollens qui pourront féconder les 4 ovules. L'ouverture des fleurs et la libération des grains de pollen sont favorisées par un temps chaud et sec ; mais toutes les fleurs sur une même grappe ne s'épanouissent pas en même temps et en conditions froides et humides, la floraison d'une même grappe peut s'étaler sur 10-15 jours. Cette étape est très sensible aux conditions climatiques du printemps et va conditionner en grande partie la précocité du millésime et le rendement final. Ainsi, la détermination de la date et de la durée de la floraison va apporter des informations cruciales au viticulteur, lui permettant d'établir le début du cycle de développement de la baie et potentiellement l'hétérogénéité qui pourrait exister au sein d'une grappe, d'une souche ou de la parcelle si la floraison s'est étalée sur plusieurs jours.

L'estimation de la date et de la durée de floraison peut être réalisée de deux manières : par observation visuelle ou par numération du pollen.

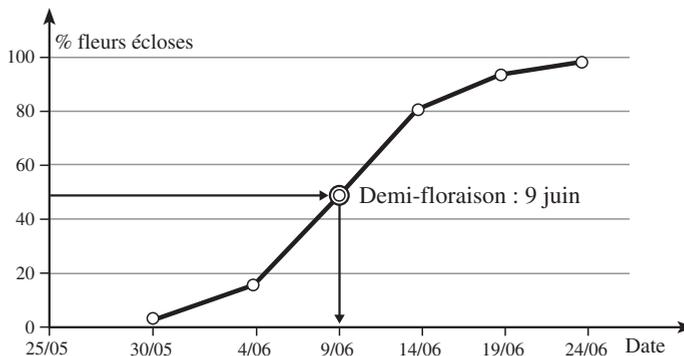


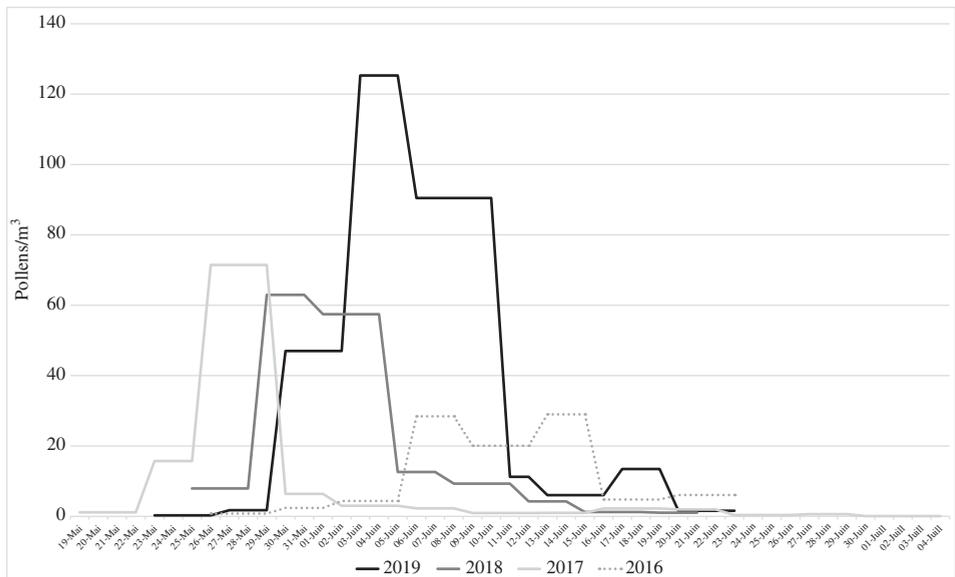
Figure 2.3 – Notation de la floraison.

### □ Observation visuelle

À partir de pieds identifiés dans différentes zones représentatives de la parcelle, on va noter visuellement l'apparition du taux de fleurs épanouies, c'est-à-dire dont la base du capuchon floral est détachée. Les observations débutent à partir du moment où l'on observe au minimum 5 % de fleurs ouvertes, puis un passage une à deux fois par semaine selon la rapidité de l'évolution de la floraison permettra de calculer la date moyenne de floraison correspondant à 50 % de fleurs épanouies ; mais également la durée de floraison comprise entre 5 et 100 % de fleurs.

### □ Numération du pollen

Les mesures d'émissions polliniques produites par le vignoble permettent de déterminer précisément la période, la durée et le déroulement de la floraison à échelle régionale, grâce à un outil développé par B. Besselat en 1992. Largement utilisé maintenant par les organismes techniques au sein des principales régions viticoles, ces observations permettent d'établir une cartographie de la floraison de l'année, de connaître : la précocité, l'étalement, la mi-floraison et le décalage entre les différents cépages ou entre zones au sein d'une même région (figure 2.4). Ainsi, grâce à la connaissance des dates et de la durée de floraison (le début de floraison étant apprécié par les premières captures de pollen et la mi-floraison correspondant à la période du maximum de capture) permet d'avoir une lecture qualitative de la floraison et du millésime qui se prépare. De plus, c'est une information précieuse qui permet aux entreprises d'anticiper leurs chantiers de récoltes et leurs embauches saisonnières, près de 3 mois avant les vendanges.



**Figure 2.4** – Caractérisation de la floraison dans le vignoble de Saint-Émilion par numération du pollen pour 4 millésimes (données fournies par le Conseil des vins de Saint-Émilion).

### 2.2.2 Détermination de la date de véraison

La véraison marque le début de maturation du fruit, caractérisée par le ramollissement des tissus, le changement de couleur et une forte modification de la composition biochimique en raison d'un changement brutal de physiologie. On considère qu'une baie est verrée si elle est molle, permettant ainsi de comparer sans biais des cépages blancs ou rouges. Pour chaque baie, la véraison est un phénomène brusque entraînant en quelques heures un passage de la couleur verte à la couleur rouge (pour les cépages rouges) ou du vert au translucide (pour les cépages blancs), un assouplissement de la baie et de profondes transformations internes liées à une brutale augmentation du taux d'un régulateur de croissance végétale, l'acide abscissique.

Sur une grappe, la véraison s'étale sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines en lien avec la durée de la floraison et la qualité de la fécondation. Il est assez courant, d'observer des durées comparables entre ces deux stades phénologiques.

À l'image de la floraison, la durée et la date de la véraison doivent être estimées par le viticulteur, mais la prise en compte du ramollissement des baies comme critère d'évaluation de la véraison n'est pas chose facile car il convient de palper au moins 100 baies in situ ou au laboratoire. Le stade de mi-véraison correspondra alors au moment où 50 % des baies sont molles. Dans le cas où la palpation n'est pas réalisable, l'utilisation du critère de changement de couleur est possible mais devra être effectuée sur l'ensemble des grappes du pied.

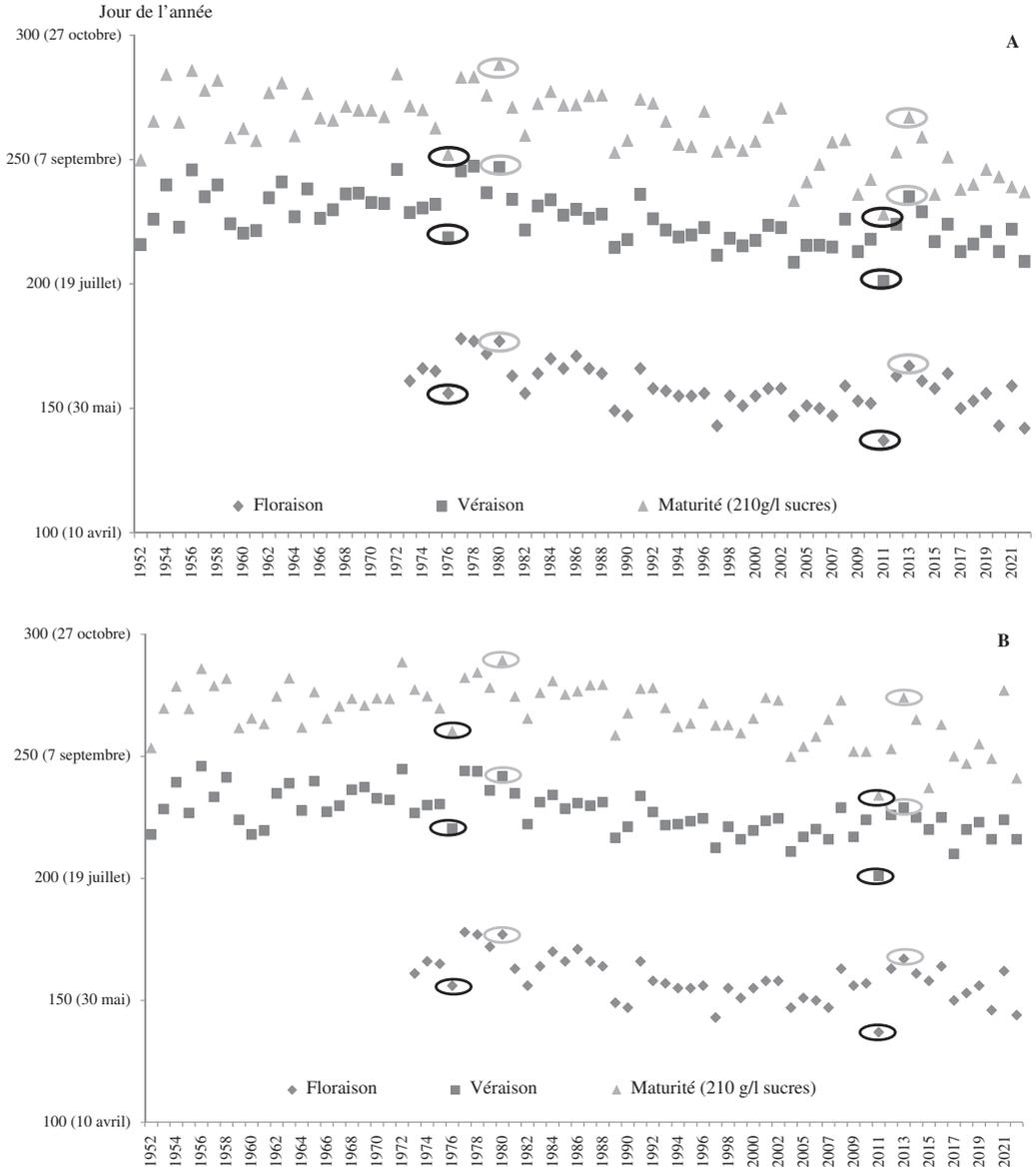
- **Remarque.** Pour le viticulteur, le suivi de la phénologie de la vigne un niveau de la propriété est très utile pour le pilotage de la culture, les comparaisons entre parcelles ou les comparaisons inter-annuelles. Avec une méthodologie robuste et appropriée, il est alors possible de disposer de données fiables et de comparer les millésimes, surtout lorsqu'on est attentif aux conséquences du changement climatique.

### 2.2.3 Évolution des stades phénologiques depuis les 70 dernières années en Bordelais

La date et la durée des débourrements, de floraison et de véraison sont très variables selon les régions, les cépages, les années et les pratiques viticoles.

La date de floraison est la date essentielle car elle caractérise la précocité de chaque millésime. Au cours des 70 dernières années, l'écart observé entre la date la plus précoce (16 mai en 2011) et la date la plus tardive (26 juin en 1977) est d'un peu plus de 40 jours en Bordelais (figure 2.5).

- **Remarque.** La précocité du débourrement, observée ou calculée à partir des températures après le 1<sup>er</sup> janvier (Pouget, 1992), n'indique en rien la précocité des vendanges car la durée de la période de débourrement/floraison est très variable, directement soumise au climat du moment.



**Figure 2.5** – Évolution des dates de floraison, véraison et maturité (définie par la teneur en sucres de 210 g/l) pour le merlot (A) et le cabernet-sauvignon (B) à Bordeaux entre 1952 et 2022.

○ Millésime tardif (ex. 1980, 2013)      ○ Millésime précoce (ex. 1976, 2011)

La date de véraison suit celle de la floraison avec un décalage d'environ 65 à 70 jours pour les cépages noirs à Bordeaux.

La date de maturité est souvent mesurée, à tort, par la date de récolte. Dans ce cas, la durée véraison/maturité peut alors varier beaucoup, allongée ou raccourcie par les aléas climatiques mais en raison d'autres paramètres sans liens directs avec la composition biochimique du fruit. Pour comparer les millésimes ou les cépages au sein d'une région, étudier les variations climatiques, il est préférable alors de choisir un paramètre biochimique caractéristique de la maturité (teneur en sucres fixe, acidité totale) et d'évaluer la date à laquelle le raisin a atteint ce taux. Dans tous les cas, ces cycles phénologiques varient avec les cépages plus ou moins tardifs, à cycle court ou long, le climat général (altitude, latitude) mais, dans un vignoble donné, les *durées* de chaque phase sont pratiquement très stables.

Ainsi, pour chaque cépage, dans chaque région, il sera possible d'établir une durée de cycle fiable que chacun doit se procurer auprès des différents organismes techniques (Comités interprofessionnels, Chambres d'agriculture, INRAE), ou à défaut établir pour ses besoins grâce au suivi phénologique précis.

À titre d'exemple, les données recueillies à Bordeaux par l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin depuis plus de 70 ans établissent (figure 2.6).

- une durée moyenne floraison/véraison de 65 jours pour le merlot et 67 jours pour le cabernet sauvignon ;
- une durée moyenne véraison/maturité (la maturité étant définie comme le jour où le taux de sucre a atteint 210 g/l) de 36 jours pour le merlot et 41 jours pour le cabernet sauvignon avec une très forte variabilité interannuelle ;
- une durée moyenne de floraison/maturité de 101 jours pour le merlot et 107 jours pour le cabernet sauvignon.

### 2.2.4 L'impact du changement climatique sur la phénologie de la vigne

L'observation des vignobles fournit un indicateur fiable des évolutions du climat, depuis des siècles.

De nombreux travaux d'historiens prennent en compte la date de vendange et à titre d'exemple, l'historien Le Roy Ladurie donne quelques dates extrêmes de vendanges :

- 1449-1792 : 12 septembre-28 octobre à Bordeaux ;
- 1599-1791 : 8 septembre-19 octobre en France ;
- 1484-1977 : 1<sup>er</sup> septembre-24 octobre en France.

Sur cinq siècles, on a une différence d'environ 80 jours pour la date de début des vendanges, montrant bien que ce paramètre doit être utilisé avec beaucoup de précautions.