

Manuel de viticulture

12^e édition



Physiologie de la vigne

1. Cycle végétatif
2. Cycle reproducteur

La vigne est une plante pérenne ligneuse

Les plantes peuvent être classées selon leur rythme végétatif en annuelles, bisannuelles ou pérennes en fonction du temps qu'il leur est nécessaire pour se reproduire par voie sexuée. Le cycle sexué des plantes supérieures – qui comprend la croissance et le développement des plantes issues de semis – se déroule en effet en quatre phases :

- une phase embryonnaire qui débute avec la fécondation de l'ovule par les gamètes mâles issus du pollen et se termine à la maturité de la graine ;
- une phase juvénile qui débute avec la germination, se poursuit avec la croissance et le développement de l'embryon et se termine lorsque la plante devient capable de répondre aux stimuli de l'initiation florale ;
- une phase de transition qui marque la séparation entre la phase juvénile et la phase adulte : elle se traduit par des modifications morphologiques et physiologiques de la plante qui lui permettent, à un moment donné, d'être apte à répondre aux stimuli de l'initiation florale ; chez les plantes annuelles cette phase de transition est très courte, par contre, chez certaines plantes pérennes, elle dure plusieurs années, c'est le cas pour la vigne et l'olivier par exemple ;
- une phase adulte au cours de laquelle se créent les conditions de l'initiation florale, se déroulent la floraison et la fécondation, permettant ainsi la production d'une récolte et de nouvelles graines.

Chez les **plantes annuelles**, l'ensemble du cycle sexué, de la germination à la production de nouvelles graines, s'effectue en une seule saison. La plante ne peut se reproduire que par graines. La croissance et le développement s'accompagnent de la maturation du fruit et des graines et la mort de la plante.

Chez les **plantes pérennes**, la phase de transition dure plusieurs années. Si la plante ne peut pas encore se reproduire par voie sexuée, elle peut tout de même le faire déjà par voie asexuée (bouturage, marcottage, greffage). Parmi les plantes pérennes, il y a lieu de distinguer :

- les *plantes pérennes herbacées*, comme par exemple les plantes à bulbes (tulipe) ou les plantes fourragères (luzerne), dont la partie aérienne meurt

en fin de végétation et dont la partie souterraine reste pérenne (bulbe, rhizome...) ;

- les *plantes pérennes ligneuses* qui conservent et développent leur système racinaire et continuent chaque année l'expansion de leurs organes aériens à partir de bourgeons latents portés par des organes aériens vivaces :
 - l'initiation florale se produit au cours du cycle annuel précédent celui de la floraison,
 - la croissance et le développement s'accompagnent d'une mise en réserve de substances élaborées (sucres, azote, acides, etc.) dans les fruits et les graines (maturation) et dans les parties vivaces aériennes et souterraines (aoûttement),
 - la plante est capable de se reproduire par voie végétative et par voie sexuée.

Certaines plantes pérennes ont des organes floraux initiés dans des bourgeons spécialisés (dits univalents), ce sont des bourgeons à fruits, c'est le cas des arbres fruitiers à noyaux. D'autres plantes pérennes ont des bourgeons mixtes (dits bivalents) qui renferment à la fois les ébauches de feuilles et les ébauches d'inflorescences, c'est le cas de la vigne.

La vigne sauvage vit plusieurs dizaines d'années, voire plus d'un siècle mais la vigne cultivée est arrachée généralement entre 30 et 50 ans pour des raisons économiques. Domestiquée par l'homme, mise en culture, plantée à l'état de bouture racinée ou de plant greffé, il lui faut 3 ans pour entrer en production. Elle donne ensuite une production assez abondante les premières années, à rendement plus modéré et de meilleure qualité par la suite. Plus tard, l'état de la population de souches (souches âgées, affaiblies, pieds manquants, faible production) ne permet pas d'avoir une production suffisamment rentable, la vigne est arrachée.

La vie de la vigne est une succession de cycles annuels qui sont interdépendants les uns des autres car les conditions de vie au cours d'un cycle ont des influences sur le ou les cycles suivants (*figure 3-1*). Les bourgeons et les réserves jouent, à cet égard, un rôle fondamental dans la pérennité de la souche et dans sa capacité de développement. Par exemple, le potentiel de production, exprimé en nombre de grappes, est déjà « inscrit » dans les bourgeons en hiver. Il dépend des conditions climatiques au moment de l'initiation florale (en juin-juillet de l'année précédente). Le bourgeon peut en effet se développer en suivant les étapes d'un cycle végétatif s'il ne contient pas d'ébauches d'inflorescences, ou selon celles d'un cycle végétatif et reproducteur si les stimuli de l'initiation florale ont permis la formation d'ébauches d'inflorescences l'année N-1. Dans ce dernier cas, l'année N la vigne doit assurer :

- la croissance et le développement des organes végétatifs (rameaux, feuilles, vrilles, racines), leur pérennité par le stockage de réserves dans les bois et les racines (aoûttement) et la mise en dormance des bourgeons : c'est le *cycle végétatif* ;
- la croissance et le développement des organes reproducteurs (inflorescences, fleurs, baies, pépins) et leur maturation : c'est le *cycle reproducteur*.

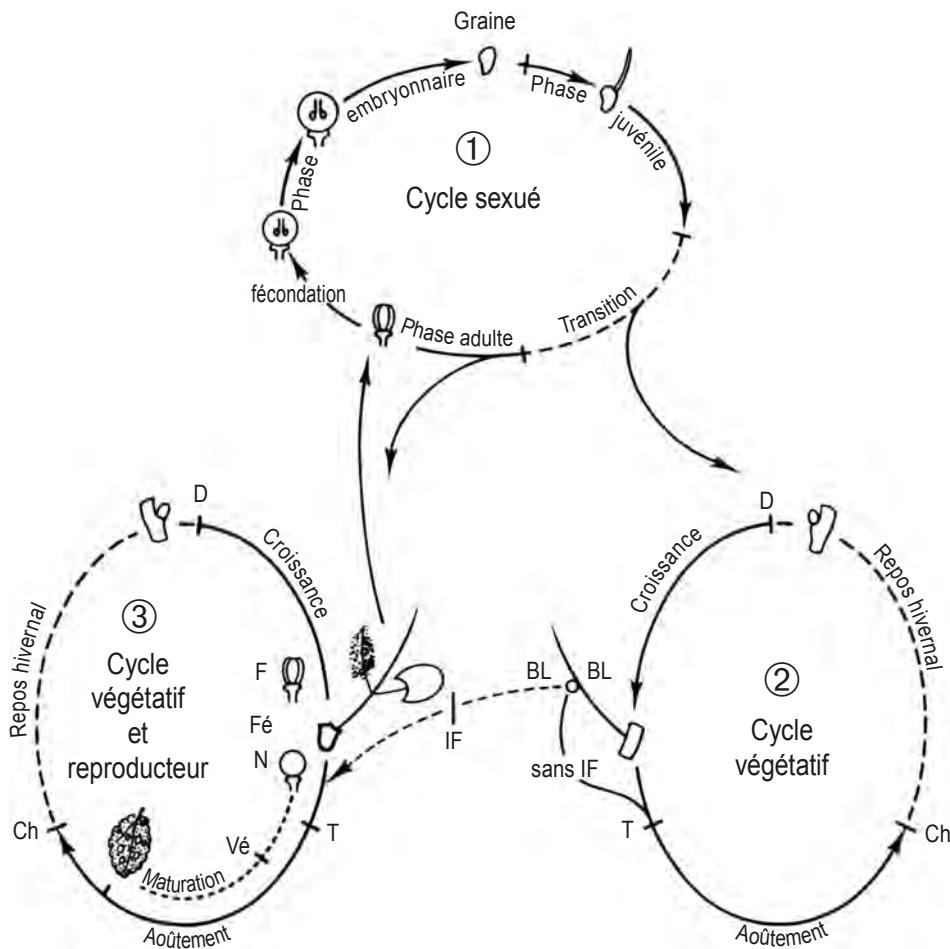


Figure 3-1 Cycle biologique de la vigne et des plantes pérennes.

1. Les plantes annuelles et les plantes pérennes se reproduisent par voie sexuée ; la phase de transition, courte chez les premières, dure plusieurs années chez les plantes pérennes. Floraison (F), nouaison (N).
2. Les plantes pérennes suivent pendant la phase de transition (éventuellement pendant la phase adulte) un cycle végétatif sans initiation florale (IF) : débourrement (D), arrêt de croissance (T), chute des feuilles (Ch).
3. Lorsque les plantes pérennes, et la vigne en particulier, sont capables de répondre aux stimuli de l'initiation florale (IF), elles entrent dans une phase adulte et se développent annuellement selon un cycle qui est à la fois végétatif et reproducteur. L'initiation des inflorescences se produit l'année N dans les bourgeons latents, la floraison se produit l'année N+1 sur les inflorescences portées par les rameaux issus des bourgeons latents : floraison (F), fécondation (Fé), nouaison (N), véraison (Vé), maturité (M) ; après fécondation, les ovules fécondés débutent le cycle sexué (I)

Cycle végétatif et cycle reproducteur sont simultanés (figure 3-2), les organes végétatifs et reproducteurs sont en concurrence pour l'utilisation de la sève brute et de la sève élaborée :

- pendant la période de croissance, les flux de sèves vont prioritairement aux organes herbacés en construction, parfois au détriment des organes reproducteurs ;
- pendant la période de stockage des sucres, les flux de sèves vont prioritairement vers les baies de raisin, parfois au détriment des réserves des parties vivaces.

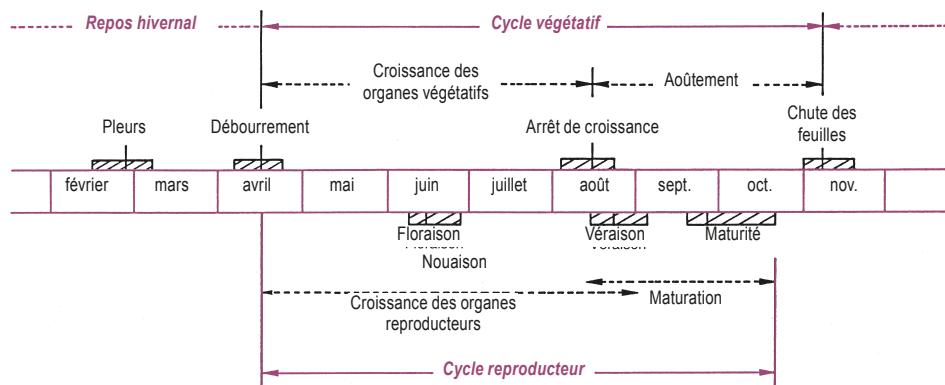


Figure 3-2 Cycle végétatif et reproducteur de la vigne.

C'est tout l'art du viticulteur que de choisir les techniques appropriées pour planter et entretenir sa vigne afin de produire le raisin qui lui convient et conserver son vignoble en état de produire le plus longtemps possible. Avant d'étudier ces techniques, voyons quel est le comportement physiologique de la vigne.

1. Cycle végétatif

1.1. Les pleurs

1.1.1. Observation

Avant tout départ en végétation, on observe en fin d'hiver un écoulement au niveau des plaies de taille qui commence par un simple suintement pour devenir plus intense avant de s'arrêter : ce sont les **pleurs**. La durée du phénomène est généralement de quelques jours, mais atteint parfois 3 ou 4 semaines.

1.1.2. Mécanisme

Les pleurs apparaissent sur les coupes des sarments taillés dès que l'activité physiologique du système racinaire a repris à la sortie de l'hiver sous l'effet du relèvement de la *température du sol*. La respiration cellulaire, l'absorption de l'eau et des éléments minéraux ainsi que la mobilisation des réserves et la conduction reprennent au niveau des racines. La sève se déplace à nouveau dans les vaisseaux ligneux en un mouvement ascendant, c'est la *poussée racinaire*. En l'absence de végétation, cette sève s'écoule au niveau des plaies de taille, ce sont les pleurs. La quantité du liquide qui s'écoule est le plus souvent faible, elle varie de 0,2 à 3 litres par souche selon le porte-greffe, l'âge de la souche (plus pour les jeunes pieds), la nature du sol et la vitesse du réchauffement (figure 3-3).

Les pleurs ont une composition différente de la sève brute qui circule en cours de végétation. Ils sont plus riches en composés organiques (sucres, acides), ce qui

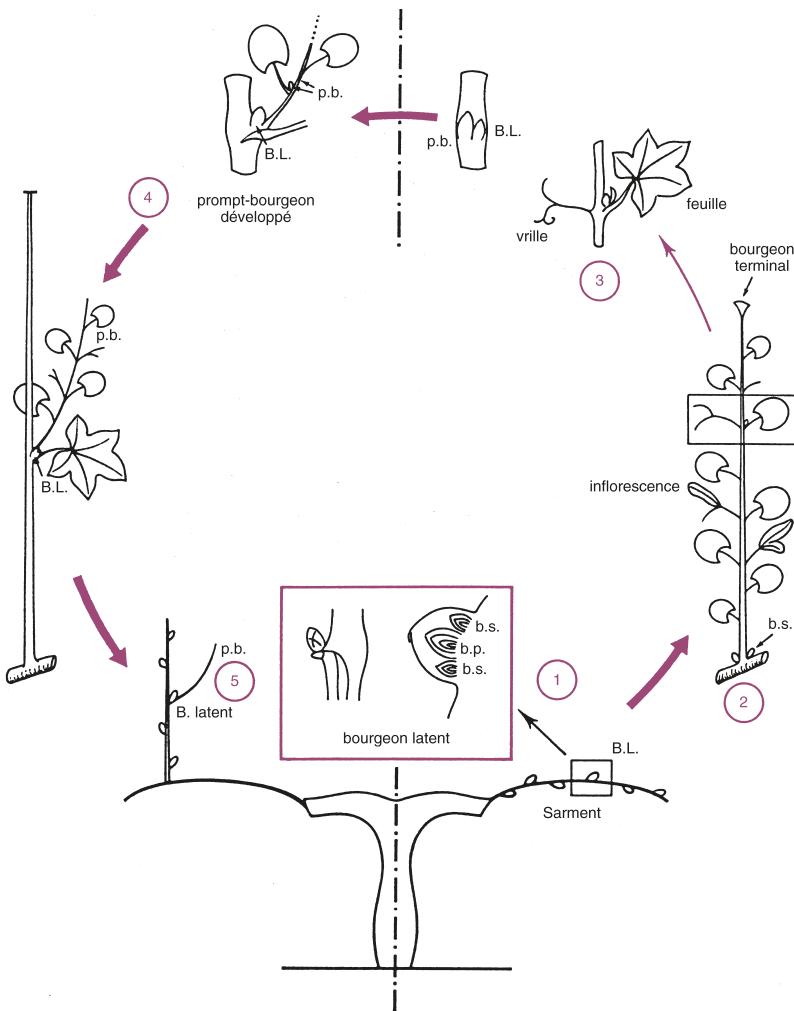


Figure 3-3 Dynamique de la croissance.

1. En hiver, le bourgeon latent (B.L.) du sarment, composé du bourgeon primaire (b.p.) et des bourgeons secondaires (b.s.), est à l'état dormant sur le sarment.
2. Au printemps, le bourgeon primaire débouvre et se développe en donnant un rameau, portant des feuilles et des inflorescences, alors que les bourgeons secondaires restent dormants.
3. À l'aisselle de la feuille apparaît un prompt-bourgeon (p.b.) et un bourgeon latent.
4. Au printemps et en été, le prompt-bourgeon se développe alors que le bourgeon latent reste au repos avant d'entrer en dormance au cours de l'été.
5. À l'automne, la dormance du bourgeon latent se lève progressivement.

prouve la mobilisation des réserves, et moins riches en matières minérales. Les pleurs ne semblent pas jouer un rôle physiologique particulier ni provoquer d'affaiblissement de la souche. Ils peuvent cependant présenter des inconvénients :

- en augmentant la sensibilité des bourgeons aux gelées de printemps lorsque les bourgeons sont réhydratés par les pleurs ;
- en gênant la formation du tissu de soudure, en le noyant, dans le cas du greffage en place.

1.2. Le débourrement

1.2.1. Observation

Au printemps, les bourgeons gonflent, les écailles protectrices qui recouvrent les yeux s'écartent, la bourse apparaît, c'est le **débourrement**. Ce stade est la première manifestation visible de la reprise de l'activité physiologique de la plante. La vigne va ensuite passer par différents stades de développement qui ont été codifiés, ce sont les *stades-repères de Baggolini* et les *stades repères d'Eichhorn et Lorentz*. L'échelle de Baggolini, plus ancienne (1952) et caractérisée par des lettres, fait référence à 16 stades phénologiques bien définis. En 1977, Eichhorn et Lorentz, de la station de Neustadt, ont proposé une échelle plus détaillée de 01 à 50 permettant de préciser certains stades phénologiques intermédiaires. Voici les premiers stades autour du débourrement :

- *bourgeon d'hiver* (stade A ou 01) : stade de repos hivernal, le bourgeon est recouvert par deux écailles brunâtres ;
- *bourgeon dans le coton* (stade B ou 03) : l'œil est gonflé, les écailles écartées laissent apparaître la bourse cotonneuse et brunâtre qui protège les apex ;
- *pointe verte* (stade C ou 05) : alors que le bourgeon s'est allongé et a gonflé, ce stade caractérise le moment où la jeune pousse pointe à travers la bourse et devient visible.

Le stade qui répond le mieux à la définition du débourrement est le stade B de Baggolini ; cependant, il faut savoir que certains chercheurs lui préfèrent le stade C ou 05. Le stade B ou 03 est celui qui est habituellement retenu par les viticulteurs et les expérimentateurs. Tous les bourgeons d'une souche ne débourrant pas en même temps, on fixe la date de débourrement au moment où 50 % des bourgeons sont au stade B.

Une autre échelle de notation phénologique est de plus en plus utilisée, c'est l'échelle BBCH (*Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt et chemische Industrie*) qui utilise un codage universel des stades phénologiques de toutes les espèces végétales. Il a été établi conjointement par plusieurs institutions dont la *Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft* et l'Association nationale pour la protection des plantes (ANPP). L'échelle BBCH et celle de Baggolini sont indiquées sur la figure 3-4.

En observant le débourrement sur une aste ou une baguette non arquée, on s'aperçoit que les yeux de l'extrémité débourent les premiers : c'est une caractéristique de croissance qu'on appelle **acrotonie** (figure 3-5). Cette précocité au débourrement des bourgeons de l'extrémité a pour conséquence de retarder le débourrement des bourgeons de rang inférieur par inhibition corrélative. Ce phénomène de corrélation entre bourgeons se manifeste :

- quelle que soit la longueur du long bois au-delà de deux bourgeons ;
- d'une manière indépendante, sur chaque côté du sarment.

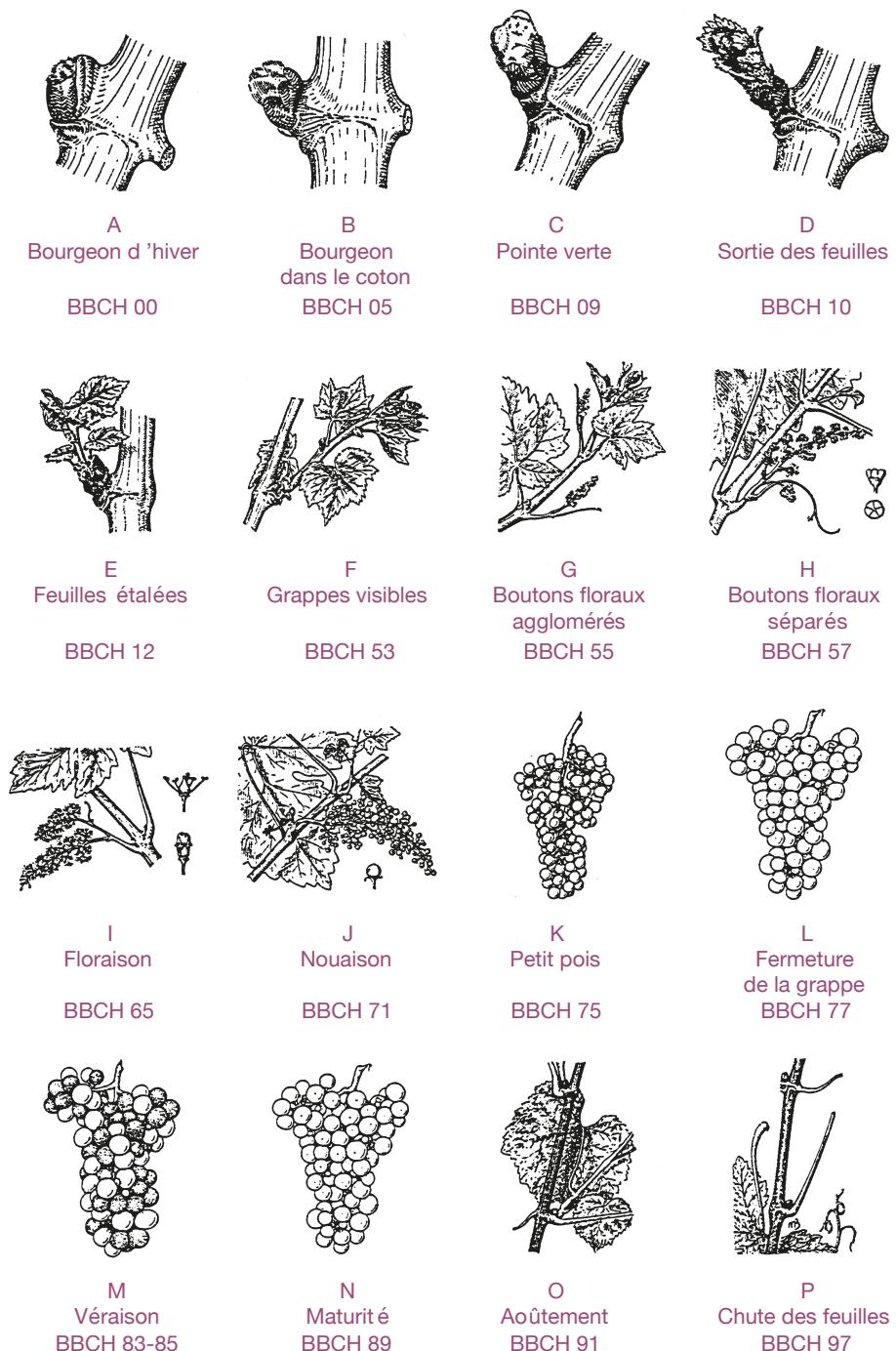


Figure 3-4 Stades phénologiques repères de la vigne selon Baggioolini (en lettres) et selon la classification internationale (BBCH).



Figure 3-5 Expression de l'acrotonie sur le débourrement des yeux latents du sarment.

Parfois, on constate que certains yeux laissés à la taille ne débourrent pas. Or le débourrement de tous les yeux est nécessaire à l'équilibre des souches, à leur production et à leur pérennité. Ceux qui ne démarrent pas se trouvent placés généralement au milieu du long bois, on parle de **fenêtres**, parfois en position basale. Cette absence de débourrement a diverses causes : l'acrotonie, une charge excessive par rapport à la vigueur de la souche, des bourgeons endommagés par la grêle, le gel, des attaques de champignons (excoriose ou oïdium) ou de parasites animaux (mange-tout). On observe, par contre, le débourrement et la croissance d'autres bourgeons à partir du vieux bois du greffon ou du porte-greffe. Inutiles à la production, et même nuisibles, les gourmands sont supprimés par le viticulteur en début de végétation par ébourgeonnage et épamprage (désagattage pour les repousses de porte-greffes).

1.2.2. Mécanisme du débourrement

Le débourrement est la conséquence du démarrage de la croissance qui commence très tôt, bien avant le débourrement et s'accélère fin février-mars en entraînant le gonflement de l'œil latent, l'ouverture des écailles et l'apparition de la bourre. Alors qu'il était à l'état dormant (latent) au cours du cycle précédent, le bourgeon primaire du bourgeon latent acquiert, dès la chute des feuilles, une capacité de croissance, sa dormance est déjà levée. En effet, pendant tout l'hiver, ce bourgeon n'est plus physiologiquement dormant, sa dormance n'est qu'apparente. En fait, le processus de croissance va s'enclencher au cours de l'hiver chaque fois que la température de l'air ambiant atteint et dépasse un certain seuil. On distingue, à cet égard, deux types de seuil :

- un *seuil de croissance réelle*, de l'ordre de 4 à 5 °C, qui correspond à la température à laquelle l'activité cellulaire reprend ; au début, cette activité est de courte durée et de faible intensité, puis elle croît avec l'élévation de la température ; les actions journalières de la température sont cumulatives ; en grossissant, les organes internes des bourgeons provoquent, insensiblement au début mais progressivement, l'écartement des écailles et l'apparition de la bourre qui les protège ;

- un seuil de croissance apparente, de l'ordre de 8 à 12 °C, on retient le plus souvent la valeur de 10 °C, appelé aussi **zéro de végétation**, qui correspond à la température moyenne journalière à partir de laquelle le débourrement se produit.

1.2.3. Conditions du débourrement

• Facteurs climatiques

La *température* de l'air ambiant est le principal facteur climatique qui déclenche la reprise de l'activité biologique des bourgeons et, cela, très tôt au cours de l'hiver. Un hiver doux entraîne un débourrement précoce, et inversement.

Le *type de climat* intervient en modifiant l'effet thermique. Le débourrement est plus tardif et plus homogène dans les zones septentrionales ou continentales que dans les zones méridionales plus chaudes en hiver.

• Influence du cépage

Tous les cépages ne débourent pas en même temps. Les cépages à débourrement précoce (chasselas doré, aramon) peuvent débourrer près de 3 semaines avant les plus tardifs (carignan, riesling, ugni blanc, olivette noire). Il est curieux de constater que la plupart des cépages à débourrement précoce ont aussi une maturité précoce. Cependant ce n'est pas toujours le cas puisque, par exemple, l'aramon et le grenache (cépages de cuve méditerranéens), le nébbiolo cultivé traditionnellement dans le Piemont (Italie) et le müsküle (cépage de table d'Orient) ont un débourrement précoce et une maturité tardive.

• Facteurs biologiques

La *vigueur* : les souches ayant acquis au cours du cycle végétatif précédent une plus grande vigueur ou n'ayant pas accumulé suffisamment de réserves (affaiblies par des maladies ou des accidents climatiques) ont un débourrement plus tardif.

La *position du bourgeon sur le sarment et sur la souche* : le débourrement concerne d'abord les deux yeux de l'extrémité des bois de taille, qu'ils soient taillés longs ou courts, c'est l'effet de l'acrotonie, puis les yeux situés plus bas. Certains yeux de la couronne et du vieux bois peuvent aussi débourrer.

• Facteurs culturaux

Le viticulteur modifie volontairement ou involontairement la date de débourrement :

- en agissant sur la température au niveau des yeux par le choix des parcelles à conditions pédoclimatiques différentes, par la hauteur d'établissement des souches, etc. ;
- en modifiant les conditions de circulation de la sève dans les longs bois à fruits, par la taille et l'arcure ;
- en retardant le départ en croissance des yeux situés sur la partie médiane et basale des longs bois de taille, par une taille tardive ; cette pratique est parfois utilisée dans les parcelles gélives au printemps.

1.3. La croissance

1.3.1. Manifestations de la croissance

- Croissance du rameau

En prenant comme repère les stades de Baggioolini, on passe successivement du bourgeon au repos (stade A), aux stades : bourgeon dans le coton (stade B), pointe verte (stade C), sortie des feuilles (stade D), feuilles étalées (stade E), grappes visibles (stade F), grappes séparées (stade G). Les autres stades caractérisent essentiellement l'évolution de l'appareil reproducteur. La croissance du rameau issu de l'œil latent comprend trois phases (figure 3-6) :

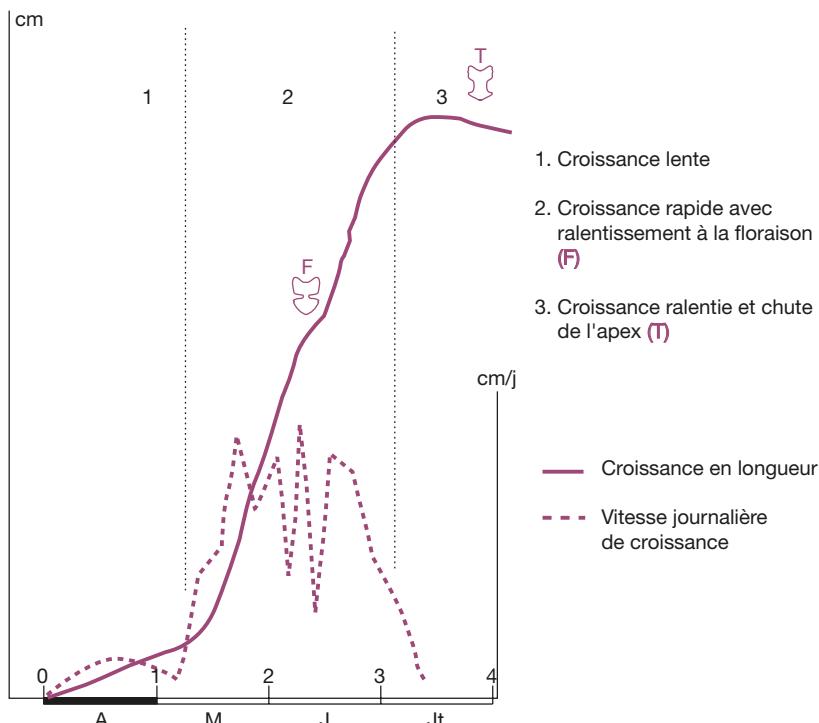


Figure 3-6 Croissance en longueur du rameau.

- d'abord, une phase de croissance lente, au cours de laquelle les variations journalières sont encore faibles ;
- ensuite, une phase de croissance journalière rapide, de fin avril à début juillet, avec un arrêt momentané à la floraison ;
- enfin, une phase de croissance ralentie, se terminant par l'arrêt de croissance qui se manifeste par le redressement du bourgeonnement apical, son dessèchement et sa chute ; cet arrêt intervient normalement fin juillet-début août, soit environ 90 à 120 jours après le débourrement

• Croissance des organes axillaires du rameau

La croissance des feuilles, des vrilles et des rameaux anticipés se fait en même temps que celle des mérithalles porteurs.



Figure 3-7 Expression des phénomènes rythmiques sur la croissance des prompts-bourgeons.

La croissance des rameaux anticipés, issus des prompts-bourgeons, ne commence qu'à une certaine distance du sommet végétatif ; la longueur finale des rameaux anticipés (entre-coeurs) dépend :

- de la position du prompt-bourgeon sur le rameau : ils sont plus longs dans la partie médiane du rameau ;
- des phénomènes rythmiques : comme pour les mérithalles (entre-nœuds), les rameaux anticipés les plus longs se trouvent généralement sur la même hélice foliaire, par exemple, au niveau des nœuds sans vrille (**figure 3-7**) ;
- de l'influence de la dominance apicale : la croissance des rameaux anticipés est freinée par la présence du bourgeon terminal par un effet d'inhibition, appelé dominance apicale ; après un rognage, la croissance des rameaux anticipés est activée car le bourgeon terminal n'exerce plus d'effet inhibiteur ; à noter que cet effet n'est que partiel pour les rameaux anticipés alors qu'il est total pour les yeux latents ;
- de la vigueur qui augmente le nombre, la vitesse de croissance, le diamètre et la longueur des rameaux anticipés.

• Croissance sur la souche

La croissance des rameaux d'un même sarment n'est pas la même selon leur rang sur ce sarment : on constate en effet que la longueur des rameaux, répartis le long d'une baguette en position verticale, diminue de l'extrémité vers la base. Ces différences de croissance s'expliquent par :

- des liaisons directes des faisceaux libéro-ligneux entre tous les bourgeons latents d'un même côté du sarment, appelé *orthostique* ;
- une organisation initiale plus complexe des bourgeons de l'extrémité des bois de taille ;
- l'effet d'inhibition corrélative (acrotonie) exercé par les yeux de l'extrémité sur chaque côté du bois de taille (figure 3-8) ; cette acrotonie est plus forte chez certaines variétés (chardonnay, cabernet sauvignon) et pour les souches faibles ; le viticulteur peut intervenir par la charge, la longueur et la position des bois de taille.

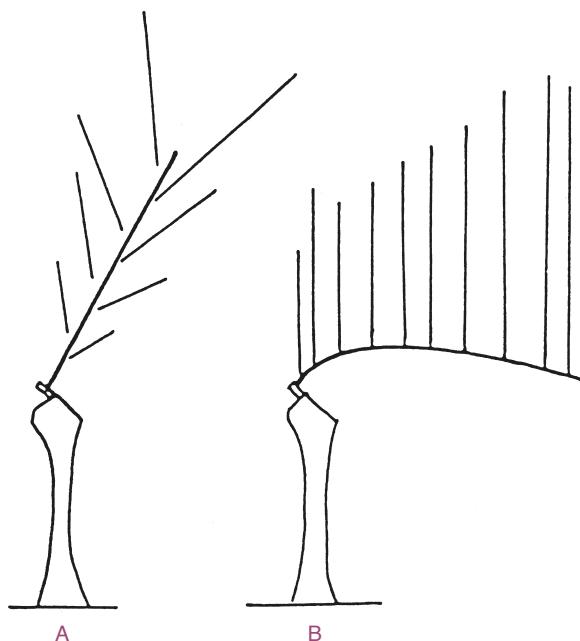


Figure 3-8 Expression de l'acrotonie sur la croissance et la longueur des rameaux portés par des bois de taille palissés en position oblique (A) ou horizontale (B).

1.3.2. Mécanisme de la croissance

Chaque bourgeon élémentaire comprend des méristèmes et des ébauches de feuilles, de vrilles, d'entre-nœuds. La croissance s'accomplit par l'augmentation de la taille des cellules préexistantes (auxèse) et par la multiplication cellulaire (mérèse). La croissance du rameau résulte de la somme des croissances de chacun des organes élémentaires préformés et de l'activité du méristème terminal qui

produit de nouvelles ébauches d'organes qui entrent, à leur tour, progressivement en croissance. Chaque mérithalle a une croissance propre de 3 à 4 semaines. Les croissances respectives de chacun des mérithalles se relaient successivement l'une après l'autre – schématiquement comme sur une antenne télescopique – et participent en chaîne à l'elongation du rameau.

La croissance est nécessairement associée à l'activité physiologique des différents organes de la plante entière qui assurent (*figure 3-9*) :

- l'absorption d'eau et d'éléments fertilisants au niveau des racines et leur conduction vers les rameaux ;
- la photosynthèse au niveau des feuilles qui permet la synthèse de sucres ;
- la respiration qui fournit l'énergie nécessaire à la multiplication cellulaire, à l'absorption racinaire, aux migrations internes entre organes et à la synthèse d'autres métabolites ;
- la conduction des métabolites, c'est-à-dire le transport des substances élaborées (sucres, acides organiques, substances de croissance, etc.) ;
- la transpiration, qui permet la montée de la sève, le refroidissement des organes et les échanges gazeux, nécessaires à la photosynthèse et à la respiration.

Si l'alimentation hydrique et minérale est indispensable aux différentes fonctions des organes de la souche, l'organe en croissance doit disposer de métabolites nécessaires à la respiration et à l'édition de nouveaux tissus. Ces métabolites (sucres essentiellement) sont fournis soit par la photosynthèse locale, c'est-à-dire au niveau de l'organe (cas des feuilles et des baies vertes), soit par le transfert de l'excédent de photosynthèse des feuilles adultes, soit enfin par la mobilisation des réserves stockées dans les parties vivaces. Les migrations d'assimilats (sucres, acides organiques, etc.) s'effectuent entre les différents organes de la plante par les vaisseaux conducteurs.

Le *sens des migrations* évolue au cours de la saison (*figure 3-10*). Au tout début de la croissance, le jeune rameau n'a pas suffisamment de surface foliaire pour produire toutes les substances (sucres, acides aminés, substances de croissance...) dont il a besoin, il vit aux dépens des réserves accumulées l'année précédente dans les parties vivaces. Il importe des métabolites tant que les feuilles du jeune rameau ne permettent pas son autosuffisance. Quand ce stade est atteint, les substances élaborées par les feuilles adultes se dirigent vers les centres d'appel que sont les sommets en croissance, selon une polarité acropète, et les inflorescences, selon une polarité essentiellement basipète. Pendant la **phase de croissance**, une concurrence s'installe entre ces deux types de centres d'appel, les migrations de métabolites se font prioritairement vers les organes en croissance.

Avec le temps, le nombre de feuilles adultes augmente, les migrations acropètes s'amenuisent, les migrations deviennent principalement basipètes. Les métabolites se répandent dans la plante entière, dans les grappes et dans les parties vivaces (bois, bras, tronc et racines). Pendant la **phase de stockage**, une concurrence s'installe entre les grappes et les parties vivaces, les migrations de métabolites se font prioritairement vers les grappes.

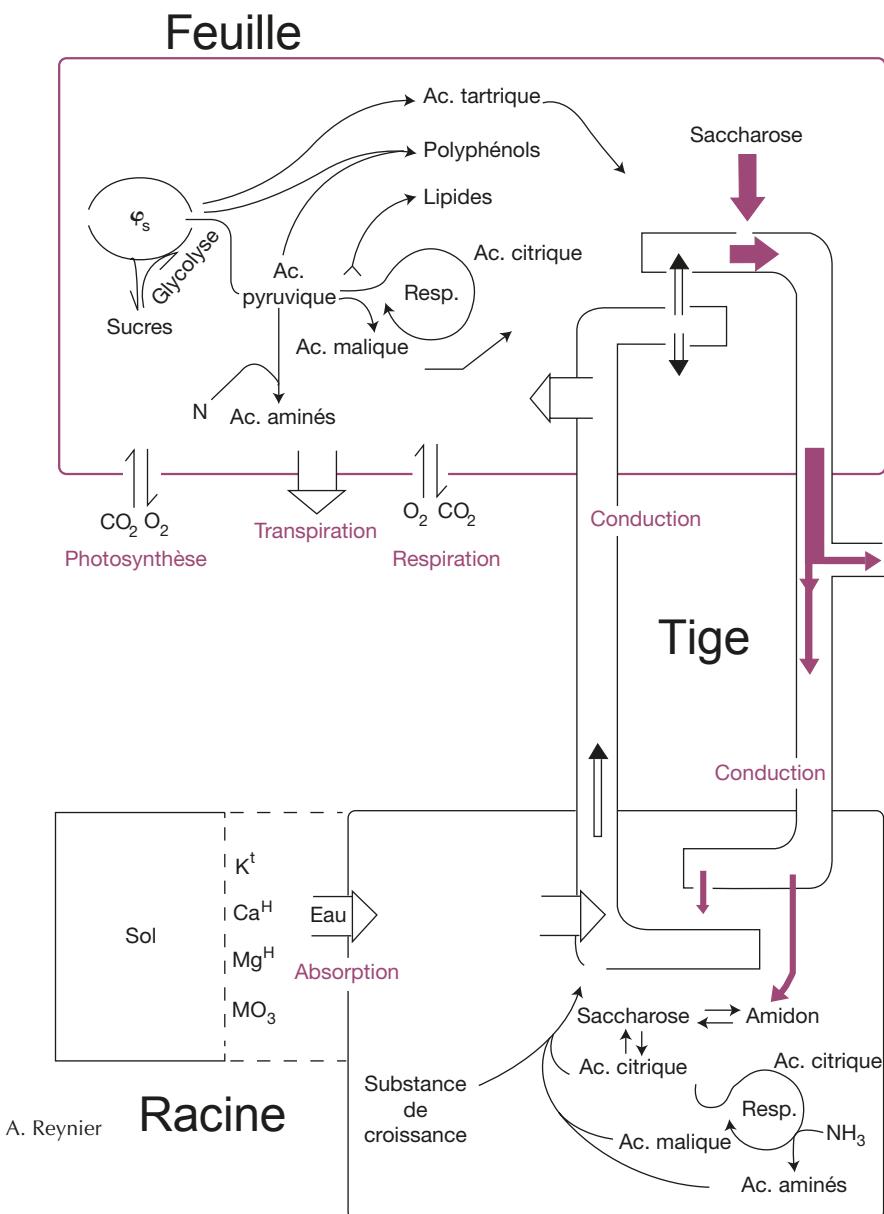


Figure 3-9 Schéma du métabolisme de la vigne.

Au niveau des feuilles, les sucres formés par photosynthèse sont utilisés sur place, notamment pour la respiration, la synthèse d'acides organiques (principalement tartrique et malique), de protides, de lipides, de polyphénols et de substances de croissance alors que l'excédent migre d'une part vers les fleurs puis les fruits et, d'autre part, vers les rameaux puis les parties vivaces (sarments, tronc et racines).

Au niveau des racines, l'eau et les éléments minéraux sont absorbés, une partie sert à la turgescence des tissus et à la croissance tandis que la plus grande partie migre vers les parties aériennes ; les réserves d'amidon accumulées sont utilisées pour la respiration et la synthèse d'acide citrique et de cytokinines dont la plus grande partie migre vers les rameaux en croissance.

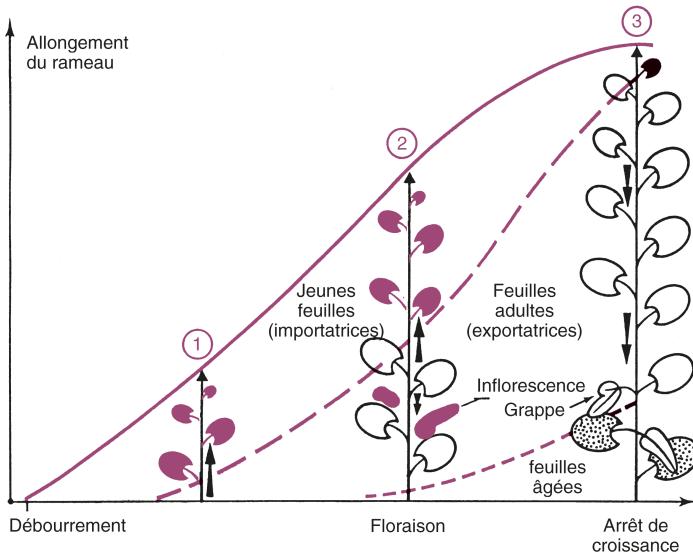


Figure 3-10 Évolution des flux de sève au cours de la croissance.

- 1) Dès le débourrement, la croissance du jeune rameau se fait aux dépens des réserves.
- 2) Ensuite, l'excédent des sucres synthétisés dans les feuilles adultes migre vers les organes consommateurs (jeunes feuilles et les inflorescences).
- 3) À partir de l'arrêt de croissance, la majorité des sucres des feuilles adultes migrent vers les organes de stockage (grappes et parties vivaces).

Dans un rameau en croissance, on peut ainsi distinguer trois zones dont les activités métaboliques sont différentes :

- le *sommet végétatif*, zone du bourgeon terminal et des jeunes feuilles, organes en croissance active, riches en eau, à faible pression osmotique, à respiration active mais où la production de métabolites est insuffisante pour satisfaire les besoins de la respiration et des biosynthèses ;
- la *zone intermédiaire*, zone des feuilles adultes, organes dont la production de sucres par photosynthèse est supérieure aux besoins locaux ; ces feuilles produisent des sucres et de l'acide malique qui sont exportés vers les organes en croissance (sommets végétatifs, radicelles et inflorescences) ; après l'arrêt de croissance, les sucres migrent en abondance vers les organes de stockage (parties vivaces et baies de raisin) ;
- la *zone basale*, zone des feuilles adultes les plus âgées dont l'activité métabolique se ralentit ; elles participent cependant au métabolisme général de la plante et peuvent à nouveau avoir un rôle plus dynamique si elles retrouvent un état physiologique rajeunit, ce qui peut arriver après un rognage.

1.3.3. Conditions de la croissance

- **Influence des facteurs climatiques**

La température agit sur toutes les activités métaboliques (respiration, photosynthèse, transpiration) et donc sur la vitesse de croissance : entre 10 °C, seuil de

Manuel de viticulture

12^e édition

Le livre

Véritable guide technique de référence, le **Manuel de viticulture** réunit l'ensemble des connaissances sur tous les aspects du fonctionnement de la vigne et de sa culture. La réputation et le succès de cet outil d'information synthétique auprès des professionnels se sont solidement ancrés au fil des éditions.

L'ouvrage, découpé en 20 chapitres, est organisé en 4 parties :

- **La vigne cultivée** : présentation des connaissances ampélographiques, anatomiques et physiologiques de la vigne, production des plants
- **Installation d'une parcelle de vigne** : réglementation en matière de plantation, aménagement du terrain, choix des cépages, réalisation de la plantation
- **Conduite du vignoble** : les interventions réalisées sur les vignes en production, que ce soit au niveau du sol (entretien du sol) ou de la partie aérienne (taille, vendanges)
- **État sanitaire du vignoble** : le point sur les différentes maladies de la vigne, les ravageurs, les accidents climatiques, comment les prévenir et les traiter.

La 12^e édition offre une mise à jour de l'ensemble de ces informations et intègre les principaux sujets d'actualité tels que la création de variétés résistantes, la nouvelle réglementation et les aides européennes à la reconversion variétale, les épidémies menaçant le vignoble, etc.

Le public

Professionnels de la vigne et du vin (viticulteurs, conseillers techniques, agronomes ou œnologues), en formation ou en activité professionnelle.

L'auteur

Alain Reynier est ingénieur agronome (SupAgro Montpellier et ENSSAA Paris), œnologue, professeur honoraire de viticulture.

