

# Chapitre 02 : Biologie de la vigne :

## 1-Histoire de la viticulture

L'histoire de la Vigne accompagne depuis longtemps celle de l'Homme. Les premières traces de ceps de vigne, découvertes dans l'actuelle Géorgie, datent de plus de 7000 ans. A partir de la Géorgie, la culture de la Vigne se serait répandue dans tous les pays tempérés depuis l'Inde jusqu'à l'Occident Européen. Les premières fresques représentant des procédés de vinification ont été retrouvées en Egypte dans des lieux de sépulture datant de 3000 ans avant JC. La Grèce, en partie grâce à ses contacts avec l'Egypte, adopta la culture de la Vigne, la vinification et le commerce du vin (vers —2000 - avant JC). Les Grecs, au cours de leurs nombreux voyages, implantèrent la Vigne dans tout le bassin méditerranéen et louèrent les bienfaits du vin sous le culte du dieu Dionysos. Quelques siècles plus tard, les Romains poursuivirent le développement de la viticulture, en honorant Bacchus, dieu de la Vigne et du vin. L'expansion de l'Empire Romain permit de répandre la culture de la Vigne en Sicile et dans l'Italie du Sud, puis dans les régions méditerranéennes d'Espagne et de France, jusqu'à atteindre les rivages de l'Atlantique. Ce n'est qu'en 600 avant JC que la Vigne apparaît en Gaule celtique, où les Gaulois améliorent les procédés de vinification. La viticulture s'est ensuite épanouie sous le règne des Mérovingiens et des Carolingiens qui firent une grande consommation de vin. C'est entre l'Empire Romain et le Moyenâge que naissent en France les plus «célèbres vignobles : le Bordelais au 1er siècle, la Bourgogne au 11ème siècle, le Rhin et la Moselle au IVème siècle, la Vallée de la Loire et l'Alsace au IXème siècle. Au Moyen Age, le vignoble et les vins entrent dans une phase d'essor grâce au christianisme. L'ancienne France monarchique fixe définitivement l'entretien des vignobles comme culture traditionnelle. A partir du XIIème siècle, - la consommation de vin se généralise. Les vignobles continuent de s'étendre dans toute la France, puis progressivement à la Germanie et aux pays du Danube. A la fin du XIXème siècle, la Vigne disparaît presque totalement des vignobles français et européens. Ce désastre fut causé par l'importation accidentelle, en provenance d'Amérique du Nord, d'un minuscule puceron, *Phylloxera vastatrix*, qui se nourrit des racines de la Vigne. Finalement, la réimplantation de ces vignobles fut possible grâce au greffage de l'espèce *Vitis vinifera* sur des porte-greffes américains de l'espèce *Vitis labrusca* naturellement résistants à l'insecte.

## 2 - La classification botanique :

Selon CRESPI (1987), la classification actuelle de cette espèce est :

**Embranchement** : Spermaphytes

**Sous-embranchement**: Angiospermes

**Classe** : Dicotylédones

**Famille** : Vitacées

**Genre**: *Vitis*

**Espèce** : *Vitis vinifera*

La vigne appartient à la famille des vitacées, plusieurs espèces de cette famille ont une grande importance économique produisant le raisin de table, des jus de fruits, le vin et le raisin sec .Il existe aussi quelques espèces qui sont utilisées comme plantes ornementales

La vitacée comprend dix-neuf genres, parmi lesquels :

- Le genre *Parthenocissus*, auquel appartiennent les vignes vierges, originaire d'Asie et d'Amérique du nord.
- Le genre *Vitis*, auquel appartiennent les vignes cultivées, originaires des zones chaudes ou tempérées de l'hémisphère nord, le genre *Vitis* est divisé en deux sous genres :

- *Muscadinia* à  $2n = 40$  chromosomes.

- *Euvinis* à  $2n = 38$  chromosomes. Comprend une soixantaine d'espèces diploïdes classées en quatre groupes, en fonction de leurs origines géographiques :

- **Les Vignes américaines** : présentent une bonne résistance aux pathogènes et sont aujourd'hui utilisées comme porte-greffe dans 85% des vignobles mondiaux. Ce groupe comprend une vingtaine espèces dont nous présenterons les plus importantes du point de vue de leur utilisation viticole: *Vitis labrusca*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis berlandieri*, *Vitis rotundifolia*.

- **Les Vignes asiatiques** : comprennent une dizaine d'espèces non résistantes aux maladies. Certaines, comme *Vitis amurensis* sont utilisées dans les programmes de croisements interspécifiques pour leur résistance au froid.
- **Les Vignes tropicales** : moins communes ne seront pas détaillées.
- **Les Vignes européennes** : ne comprend que l'espèce *Vitis vinifera*. Il s'agit d'un arbrisseau grimpant, donnant annuellement des sarments à écorce caduque pourvus de vrilles fourchues. Les inflorescences sont oppositifoliées, en grappe plus ou moins. Il s'agit de la seule espèce présente en Europe et, c'est à l'échelle mondiale l'espèce viticole la plus commune et la plus importante au niveau économique.

On remarquera encore que l'espèce *Vitis vinifera* L. se partage en une sous-espèce sauvage (*Vitis vinifera sylvestris*) que l'on rencontre au Nord des Alpes, et une sous espèce cultivée (*Vitis vinifera sativa*) qui se divise en milliers de variétés aussi appelées cépages

La vigne sauvage est une plante dioïque. Les cépages cultivés sont quant à eux hermaphrodites et ont été obtenus par sélection d'individus monoïques apparus dans les populations sauvages déjà cultivées. A l'heure actuelle, l'amélioration variétale peut se faire par voie asexuée en sélectionnant les individus dans les populations existantes ou par voie sexuée en créant de nouveaux cépages.

**Galet (1988 b)** précise la définition de cépage comme ceci: «Le mot cépage, pour le vigneron, sert à désigner le plant de vigne, utilisé pour préparer son vin ou pour en consommer les fruits. D'un point de vue botanique, le cépage ne peut être considéré comme

variété, car il ne se reproduit pas identiquement à lui-même par semis. On ne peut donc que le multiplier par voie végétative.

### **3-La morphologie et l'anatomie des *Vitis vinifera* L.**

La vigne est une plante ligneuse grimpante, à souche pérenne . Elle est constituée d'un système racinaire en pivot et d'un système aérien avec un tronc et ramifications sarmenteuses.

#### **3-1-Système racinaire**

La racine se ramifie, au cours de son développement, pour former un réseau de racines appelé « Système racinaire » (Les racines d'une souche de vigne sont des racines adventives constituant avec la partie enterrée de la tige, la partie souterraine. Ces racines ont avant tout un rôle d'ancrage pour la plante. Elles ont pour fonction principale de puiser dans le sol l'eau et les matières minérales nécessaires, mais également de produire des hormones de croissance : Gibbérellines et Cytokinines . Elles constituent également un organe de réserve en accumulant les grains d'amidon synthétisés au niveau des feuilles.

**Galet (1993) et Reynier (1991)** ont distingué trois types de racines selon leurs origines :

- Pivot ou racine principale chez les vignes issues de semis.
- Naissance de plusieurs grosses racines chez les vignes issues par multiplication végétative.
- Naissance, parfois, de racines adventives sur les rameaux dans les conditions chaudes et humides.

#### **3-2-Système aérien**

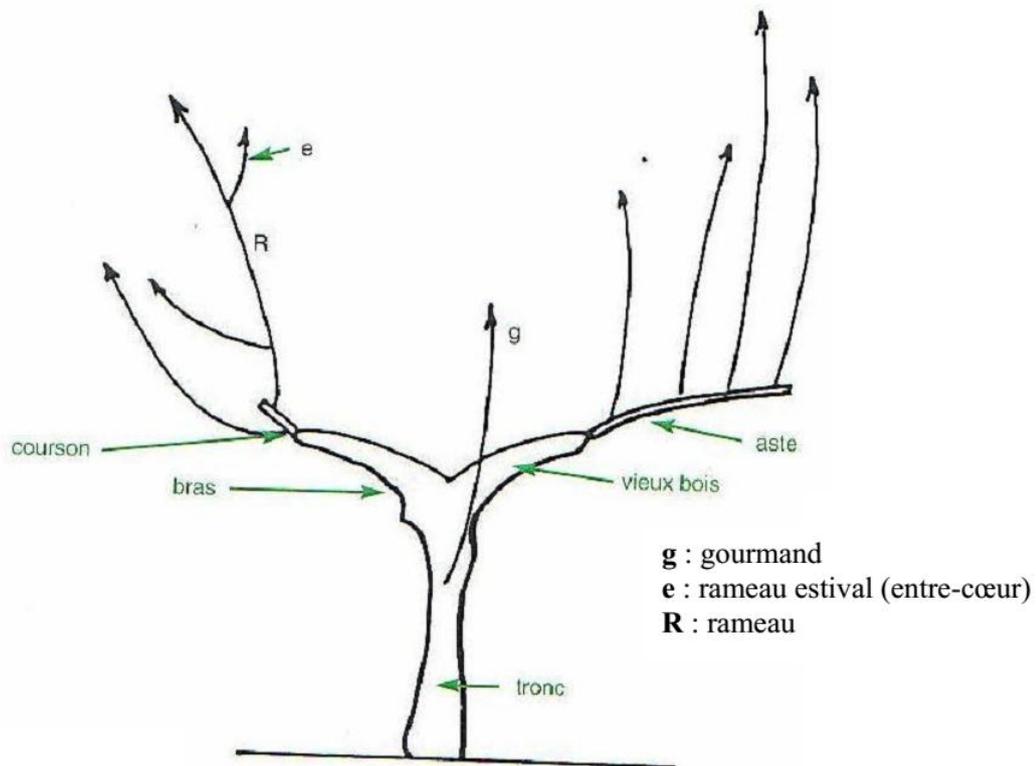
##### **3-2 -1- La souche ou cep de vigne :**

Un plant de vigne est couramment appelé pied, cep ou souche. La simple observation des vignes montre que le cep peut présenter des formes très variées et que les tiges d'une vigne abandonnée rampent sur le sol jusqu'à la rencontre d'un support auquel elles s'accrochent.

La vigne est en effet une liane, et que les formes rencontrées au vignoble sont le résultat d'une taille annuelle souvent associée à un palissage variant du plus rudimentaire au plus complexe.

On distingue dans un pied de vigne pendant l'automne ou l'hiver avant la taille les éléments suivants :

- Le tronc et le bras constitués de vieux bois ;
- Le bois de deux ans correspondant aux bois taillés l'hiver précédent ;
- Le bois de l'année, qui s'est développé au cours du printemps et de l'été (Figure. 1).



**Figure 1 : Morphologie d'un cep**

**a-Tronc :** le tronc des vignes n'est pas un fût droit comme celui des arbres fruitiers ou forestiers. Ce tronc n'est pas lisse, car il est recouvert par l'accumulation des vieilles écorces (Rhytidome). A l'état spontané, le tronc de la souche reste grêle le plus souvent, flexible, nécessitant un tuteur naturel (arbre), pouvant s'élever jusqu'à 20 ou 30 mètres de hauteur. Le tronc se ramifie en plusieurs branches ou bras qui portent les tiges de l'année appelées rameaux tant qu'elles demeurent herbacées et sarments après l'aoûttement. En dehors de son rôle de support, il sert au transport de la sève brute et élaborée ; il joue également un rôle de réservoir pour les substances de réserve.

**b- Le rameau et le sarment :** le rameau de la vigne est formé d'une tige renflée de distance en distance ; ce renflement constitue le nœud, tandis que l'intervalle compris entre deux nœuds consécutifs s'appelle entre- nœud ou mérithalle. La longueur du sarment peut varier de moins d'un mètre à plusieurs mètres suivant la nature de l'espèce.

Le rameau herbacé a la même morphologie générale que le sarment observé après l'aoûttement ou à la chute des feuilles. Cependant, il présente quelques caractères particuliers :

- Le rameau est terminé par un bourgeon terminal alors qu'il n'existe plus sur le sarment, il porte des inflorescences, des feuilles et des prompts-bourgeons.
- La couleur du rameau est le plus souvent verte, mais le dos est plus souvent coloré (rougeâtre) que le ventre; parfois, le nœud est coloré différemment que le mérithalle.

**c-Feuilles :** Les feuilles de la vigne sont caduques. Sur les plantes adultes, ces feuilles sont en position alterne et opposée. Elles apparaissent sur le rameau dès le débourrement et leur nombre augmente jusqu'à l'arrêt de croissance. Le limbe comprend cinq nervures principales qui partent du point pétiolaire, elles se ramifient en nervures secondaires. Le plus souvent, les feuilles sont entières mais, présentent des sinus plus ou moins profonds. Les feuilles constituent le principal organe utilisé en ampélographie elles fournissent d'excellents critères de détermination et de caractérisation des cépages. La villosité du limbe, la forme et la profondeur des dents, ainsi que la couleur interviennent également dans la description qui permet de classifier les cépages

La forme de la feuille est déterminée par la longueur des nervures (L1, L2, L3, L4) ainsi que les angles entre les nervures ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) (fig. 2). La taille de la feuille est déterminée à partir de sa longueur (L) et de sa largeur (l). On distingue un sinus pétiolaire (SP), un sinus latéral supérieur (SLS) et inférieur (SLI), séparant les lobes (UT, LLS, LL1) (Fig. 2).

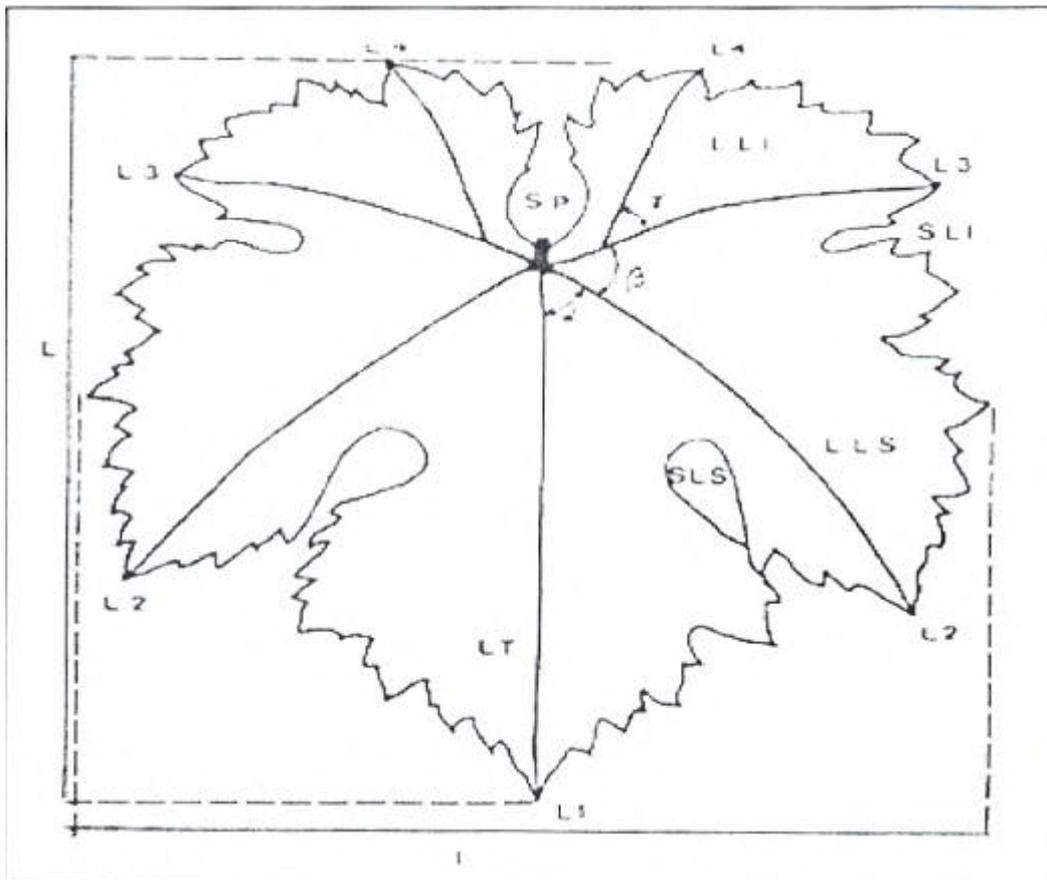


Figure 02: Morphologie d'une feuille de vigne

**d-Vrilles :** Elles permettent au rameau de s'agripper à différents supports (arbres, fils,...). Elles sont disposées du côté opposé au point d'insertion des feuilles sur le rameau. Une vrille se compose de trois parties : le pédoncule basilaire, la branche majeure et la branche mineure. Les vrilles, d'abord herbacées, deviennent ligneuses à l'automne et leurs dimensions est un élément spécifiques de variétés.



Figure 03: Vrilles portant des inflorescences.

**e-Bourgeons :** Un bourgeon est un embryon de rameau qui est constitué par un cône végétatif terminé par un méristème et muni d'ébauches de feuilles .

Selon Ribereau-Gayon et Peynaud (1971), les bourgeons sont axillaires, c'est-à-dire qu'ils naissent obligatoirement à l'aisselle des feuilles. Galet (2000) précise que ces bourgeons sont destinés à assurer la pérennité de la vigne d'une année à l'autre par leur croissance en donnant des rameaux, des feuilles, des inflorescences et de nouveaux bourgeons.

#### ➤ **Types de bourgeons**

On distingue plusieurs types de bourgeons en fonction de leur possibilité de développement :

##### ▪ **Bourgeon terminal**

Pendant la croissance du rameau, il existe un bourgeon terminal dont le méristème assure la formation et la croissance des différents organes du rameau . Ce type de bourgeon se dessèche et tombe au moment de l'aouïtement .

##### ▪ **Prompt bourgeon**

Situé à côté de l'œil latent à l'aisselle des feuilles. Ce bourgeon a la propriété de pouvoir se développer l'année de sa formation. Il donne une petite pousse appelée « entre-cœur ».

##### ▪ **Bourgeon latent**

L'année de sa formation, ce bourgeon change uniquement de volume. Il se développera l'année suivante .Selon ce bourgeon complexe est constitué d'un bourgeon principal au centre avec son cône végétatif et l'ébauche de l'organisation future du rameau. Il est aussi encadré par un ou deux bourgeons secondaires qui ne se développent que si le bourgeon principal est détruit par le gel ou une cassure. Après une taille très sévère, de la destruction des yeux latents des sarments par le gel...etc. les bourgeons du vieux bois peuvent donner naissance à des pousses généralement inter fertiles nommées gourmands

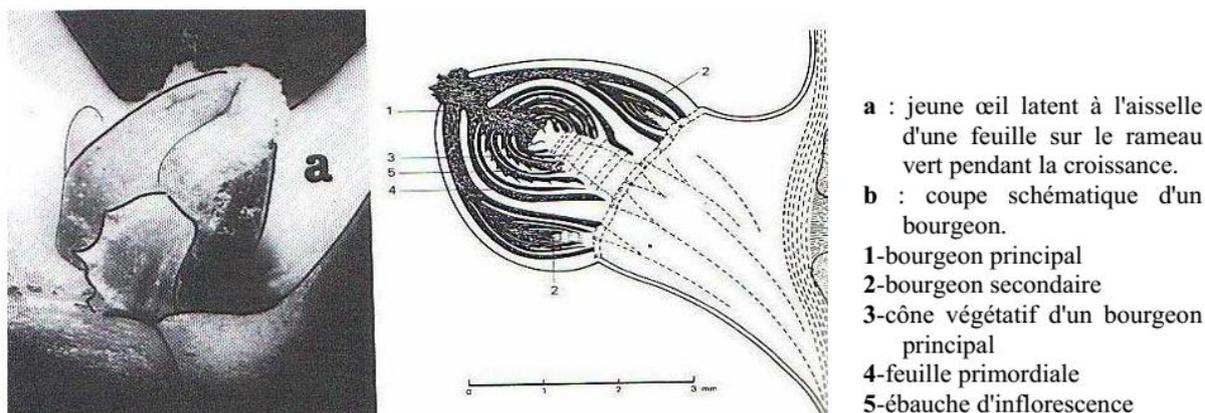


Figure 4 : Morphologie de l'œil latent

#### ▪ Bourgeons de la couronne

Possèdent une structure primitive et s'observent sur le point d'attache (empattement) du sarment et du vieux bois, ce qui leur confère le nom « Bourgeons de l'empattement » ou « Bourgeons basiliaires ». Ces bourgeons ne se développent que si le bourgeon principal est détruit. Ils donnent souvent des rameaux peu fertiles. Le plus gros entre les bourgeons de la couronne appelée «bourillon » est plus complexe et renferme toujours une grappe.

#### ▪ Bourgeons du vieux bois

Les bourgeons latents qui ne sont pas développés l'année suivant leur formation, donnent les bourgeons du vieux bois. Ils peuvent rester à l'état latent plusieurs années seront recouverts par les couches successives de bois et ne se développeront plus. Après une taille très sévère, ou après l'élimination des bourgeons latents, Les bourgeons du vieux bois peuvent se développer et donner une pousse appelée « Gourmand » pouvant servir comme baguette de rajeunissement pour les vieilles. La fertilité des gourmands pour certains cépages dépend surtout de l'expansion du système racinaire, l'état des trajets conducteurs et du niveau des réserves des organes vivaces.

#### ➤ Fertilité des bourgeons

La fertilité, chez la vigne, correspond au nombre moyen d'inflorescences des rameaux issus des bourgeons laissés à la taille . Les rameaux fertiles portent en moyenne deux inflorescences, disposées à partir du troisième nœud, mais chez certains hybrides de *Vitis riparia*, on compte jusqu'à six inflorescences.

Ce caractère peut varier selon plusieurs facteurs :

1-Pour un cépage donné, la fertilité varie avec l'emplacement du bourgeon sur le sarment. Certains cépages comme l'Aramon dont les bourgeons de la base sont fertiles, permettent une taille courte. D'autres cépages, comme le Poulsard, ont des bourgeons qui sont infertiles à la base du sarment, ce qui nécessite une taille longue pour avoir une

récolte suffisante. La Sultanine ne possède qu'un ou deux bourgeons fertiles, il faut parfois attendre le débourrement de ces bourgeons avant de tailler.

2-Sur une même souche, la fertilité des bourgeons est intimement liée à la vigueur individuelle des sarments.

a- Les bourgeons latents (bourgeons principaux) ont une fertilité qui croît de la base vers le milieu du sarment, puis qui diminue. La fertilité des bourgeons secondaires est très variable en fonction des cépages ; elle peut varier de 0 à 0,5 inflorescence par rameau.

b- Les prompt-bourgeons peuvent être fertiles et donner des grappillons mais cette fertilité est assez variable en fonction de la position du bourgeon sur le sarment.

c- Les bourgeons de la couronne et les bourgeons du vieux bois sont en général stérile mais peuvent parfois contenir une inflorescence, particularité qui sera utilisée lors de la retaille des vignes gelées ou grêlées.

3-La fertilité varie avec les cépages et constitue donc un caractère ampélographique. Le Pinot, par exemple, est un cépage fertile qui a en moyenne deux inflorescences par rameau.

### **3-2-2-Organes reproducteurs**

#### **➤ Inflorescences**

L'inflorescence de la vigne est une grappe composée, qui porte des ramifications plus ou moins nombreuses et plus ou moins longues, dont la dimension et les ramifications dépendent de l'espèce, de la variété, de sa position sur le rameau et de la vigueur. Chaque inflorescence se trouve au niveau d'un nœud, vers la base du rameau à l'opposé d'une feuille.



Figure 05 : Morphologie de l'inflorescence

#### **➤ Fleurs**

La majorité des espèces cultivées possède des fleurs hermaphrodites ; les espèces américaines et certaines espèces asiatiques sont dioïques.

Les fleurs sont groupées en inflorescences : selon la variété et le milieu, le nombre des fleurs peut se varier d'une centaine à quelques milliers. La grande majorité des variétés à fruits possèdent des fleurs hermaphrodites, la fleur hermaphrodite est composée de cinq pièces :

- Le calice, qui comprend cinq sépales rudimentaires soudés entre eux ;
  - La corolle, constituée par cinq pétales qui alternent avec les sépales et qui sont tout d'abord soudées entre eux, donnant à la fleur de vigne la forme d'un capuchon ;
  - L'androcée, formé par cinq étamines opposées aux pétales. Leur filet est long et porte une anthère à deux loges ;
  - Le disque, est composé de cinq nectaires, alterne avec les étamines ;
- Le gynécée ou pistil, avec un ovaire à deux loges, renfermant chacune deux ovaires.
- Sa formule florale est: 5 S+5 P+5E+2 C (Galet, 1993).

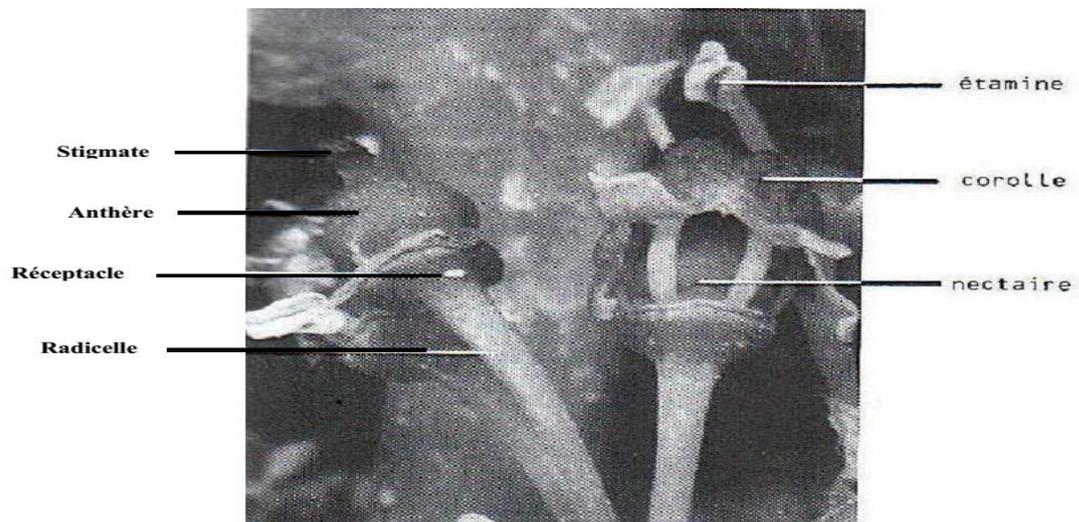


Figure 06 : Morphologie de la fleur

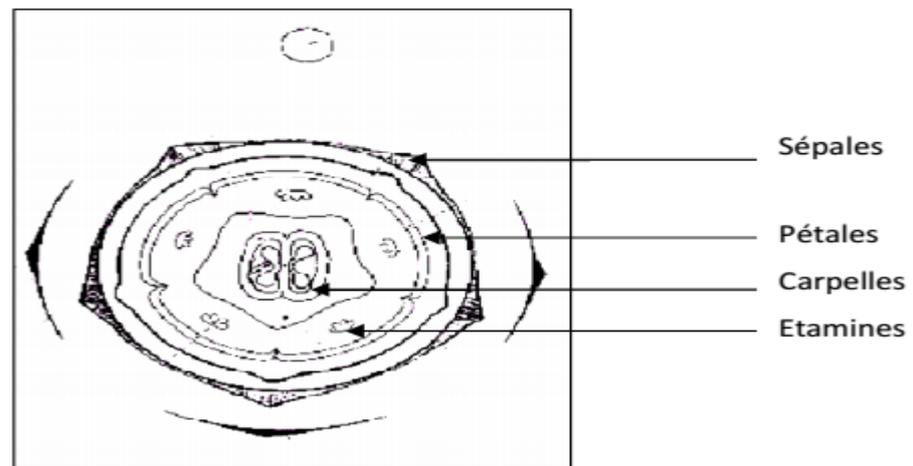


Figure 07: Diagramme de la fleur hermaphrodite

### 3-2-3-Grappes et baies

- Après la floraison, l'inflorescence porte le nom de grappe. La dimension de la grappe est déterminée dès la véraison, elle peut varier de 6 à 24 cm de longueur et de 100g à 500g pour la plus part des cépages.
- Le raisin est le fruit de la vigne. C'est une baie classée dans le groupe des fruits charnus, non climactériques et à pépins. Les baies sont regroupées en grappes plus ou moins importantes selon les variétés. Le raisin se consomme depuis l'antiquité, frais cru en grappe, en jus, dans des pâtisseries, légèrement cuit en garniture de plats ou cuit en confitures. Il se conserve très bien sec. Son utilisation la plus importante économiquement est la confection de vins et d'alcools.

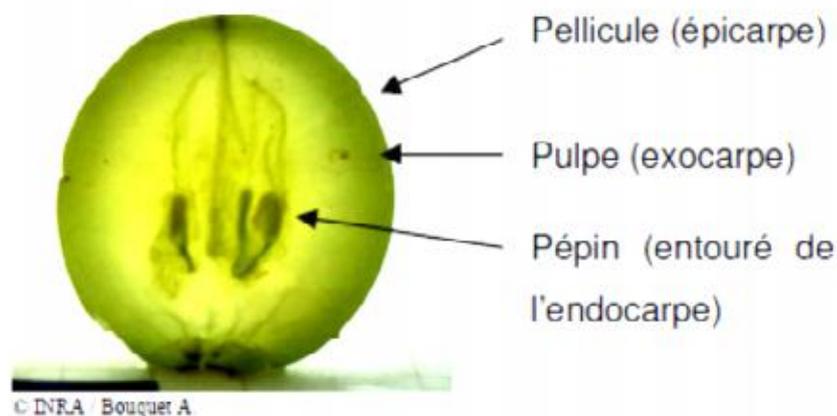


Figure 8 : Coupe transversale d'une baie de raisin

### 3-2-4- Pépins ou grains

Les grains ou pépins résultent du développement des ovaires fécondés. Ils sont plus ou moins arrondis et possèdent, à maturité, une couleur verte à jaune pour le raisin blanc, et rouge à noir pruneaux pour le raisin rouge. Il est possible d'extraire de l'huile de ces pépins. Un pépin comprend trois parties : l'embryon qui se développera en plantule, l'albumen qui contient des réserves pour la survie de l'embryon et son développement, et le tégument qui protège l'embryon et son albumen. Dans certains cas, les raisins n'ont pas du tout de pépins et sont dits apyrènes (Sultanine, Corinthe).



Figure 10 : Caractéristiques de *Vitis vinifera sativa*. Sarment (1) ; Feuille à cinq nervures principales (2) ; Vrille (3) ; Inflorescence (4) ; Bouton floral (= jeune fleur fermée) (5) ; Fleur déhiscente (ouverture de la corolle) (6) ; Fleur hermaphrodite ouverte avec cinq étamines (7) ; Coupe longitudinale de l’ovaire (8) ; Coupe transversale de l’ovaire (9) ; Etamines à filet grêle (10) ; Grains de pollen (11) ; Grappe de raisin (12) ; Coupe longitudinale d’une baie (13) ; Coupe transversale d’une baie (14) ; Graine (pépin en face ventrale) (15) ; Coupe longitudinale d’une graine (16 et 17) ; Coupe transversale d’une graine (18).

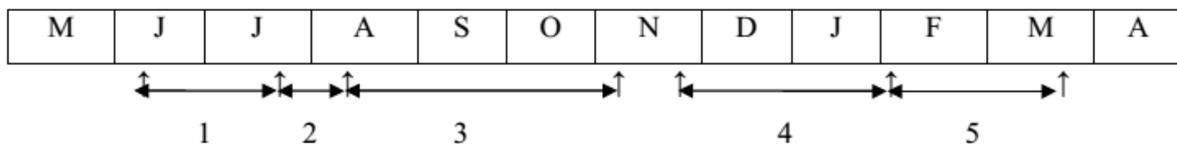
#### 4- Cycle de développement de la vigne

La vigne est une plante pérenne ; chaque année, au cours de son développement, elle effectue deux cycles : un cycle végétatif et un cycle reproducteur, tous deux en compétition pour les ressources issues de la mobilisation de réserves ou de la photosynthèse . Ces deux cycles comprennent un certain nombre de stades phénologiques correspondant à la croissance des différents organes de la vigne. Depuis les années 1990, un code décimal international (de 00 à 100) connu sous le nom d’échelle BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt et Chemische Industrie) s’est imposé pour décrire les principaux stades repères de la vigne. Les stades phénologiques décrits par Baggolini (1952), très répandus dans la pratique, ont été maintenus en correspondance avec l’échelle BBCH. *Vitis vinifera* étant cultivée dans les deux hémisphères de la Terre, elle possède donc des rythmes de végétation différents, décalés de six mois. Le développement de la vigne se fait sur deux ans et en deux cycles : le cycle végétatif et le cycle reproducteur. Le cycle végétatif se caractérise par une phase de croissance au printemps et en été, une phase d’accumulation de réserves dans le bois jusqu’à la fin de l’automne, puis une phase hivernale de repos. Le cycle reproducteur mène au développement et à la maturation des baies de raisin.

#### 4-1-Le cycle végétatif

Le cycle végétatif, qui correspond à la croissance des organes : rameaux, feuilles, vrilles et racines, comporte plusieurs stades phénologiques . Il débute au printemps après une phase de dormance hivernale quand les températures du sol commencent à dépasser les 10°C. S'il y a eu élagage, des pleurs de sève brute apparaissent au niveau des coupures, suite à une poussée d'eau venant des racines par force osmotique. Cette période de « pleurs » peut durer jusqu'à un mois. Elle est suivie par le débourrement qui marque la reprise d'activité du bourgeon latent et de la croissance. Le bourgeon gonfle, les écailles s'écartent et la bourre (ou coton) apparaît avant qu'émergent une pointe verte, puis les premières feuilles. Le début du débourrement varie en fonction du cépage et de la température. Un rameau émerge du bourgeon latent et continue à croître et à s'allonger. Les feuilles s'étalent et s'accroissent, et de nouvelles feuilles apparaissent.

Quarante à 80 jours après le débourrement, quand les températures journalières moyennes avoisinent 15 à 20 °C, des inflorescences apparaissent au sommet des pousses entre les premières feuilles. Les inflorescences marquent la poursuite du cycle reproducteur et mènent vers la création de nouveaux bourgeons latents pour l'année suivante. Un rameau contenant jusqu'à 3 grappes commence à se former dedans . Ce sont les bourgeons latents qui assurent à la fois la reproduction et la croissance végétative. Jusqu'à la floraison, la photosynthèse ne permet pas de subvenir à l'intégralité des besoins énergétiques de la vigne. Celle-ci vit sur les réserves de l'année précédente. La phase de croissance se poursuit jusqu'au milieu de l'été, menant à l'aoûtement qui est caractérisé par un brunissement de l'écorce des rameaux, des vrilles et des grappes. Le liège se forme et des réserves s'accumulent sous forme d'amidon et de lignine dans les sarments. Les teneurs en eau dans les tissus du bois diminuent de façon synchrone. Les réserves proviennent des feuilles qui sont progressivement vidées de leur contenu. La vigne commence à perdre ses feuilles au début de l'automne, ce qui marque la fin du cycle végétatif de l'année. L'aoûtement se poursuit jusqu'à la fin de l'automne, avant les premières gelées. La vigne passe ensuite en dormance hivernale jusqu'au printemps suivant.



- 1 : Pré-dormance
- 2 : Entrée en dormance
- 3 : Dormance
- 4 : Post-dormance
- 5 : Pré-débourrement

Figure 11: Les différentes phases de dormance chez la vigne

#### **4-2-Le cycle reproducteur**

Le cycle reproducteur qui mène vers la formation des baies est un processus qui dure deux années et est interrompu par la dormance hivernale. Les inflorescences sont initiées et préformées dans les bourgeons latents de l'année précédant leur développement après débourrement. La différenciation des fleurs commence au printemps avec la reprise d'activité du bourgeon latent. Les inflorescences apparaissent au sommet des pousses entre les premières feuilles, se séparent et commencent à prendre la forme d'une grappe. Des températures basses après le débourrement semblent provoquer une augmentation de la taille des inflorescences et le nombre de fleurs. La floraison qui a lieu vers la fin du printemps dure une quinzaine de jours. Elle aboutit à la libération du pollen et est rapidement suivie de la fécondation. Des gelées tardives et des conditions climatiques trop fraîches ou pluvieuses peuvent provoquer une fécondation partielle et incomplète à ce moment. Des ovaires mal fécondés produisent des baies de taille réduite qui n'arrivent jamais à maturité. Dès que les ovaires commencent à se développer, on parle de nouaison. Les ovules évoluent en graines (pépins) et des baies commencent à se développer pour protéger les graines. On commence alors à parler de « grappe ». Les inflorescences stériles deviennent des vrilles. Les baies restent vertes jusqu'au milieu de l'été, moment où elles atteignent la véraison. La véraison correspond à un ralentissement de la croissance, mais à l'apparition simultanée et coordonnée de plusieurs bouleversements métaboliques, parmi lesquels le début d'une forte accumulation de sucres et d'anthocyanes. Les baies ramollissent et changent de couleur, ce qui traduit le début de la maturation, laquelle se prolongera jusqu'à la fin de l'été. Si le raisin n'est pas vendangé, il peut entrer dans une phase de sur-maturation par la suite. Au cours de la surmaturation, les baies flétrissent, la concentration en sucres augmente, de même que la sensibilité aux attaques fongiques et bactériennes.

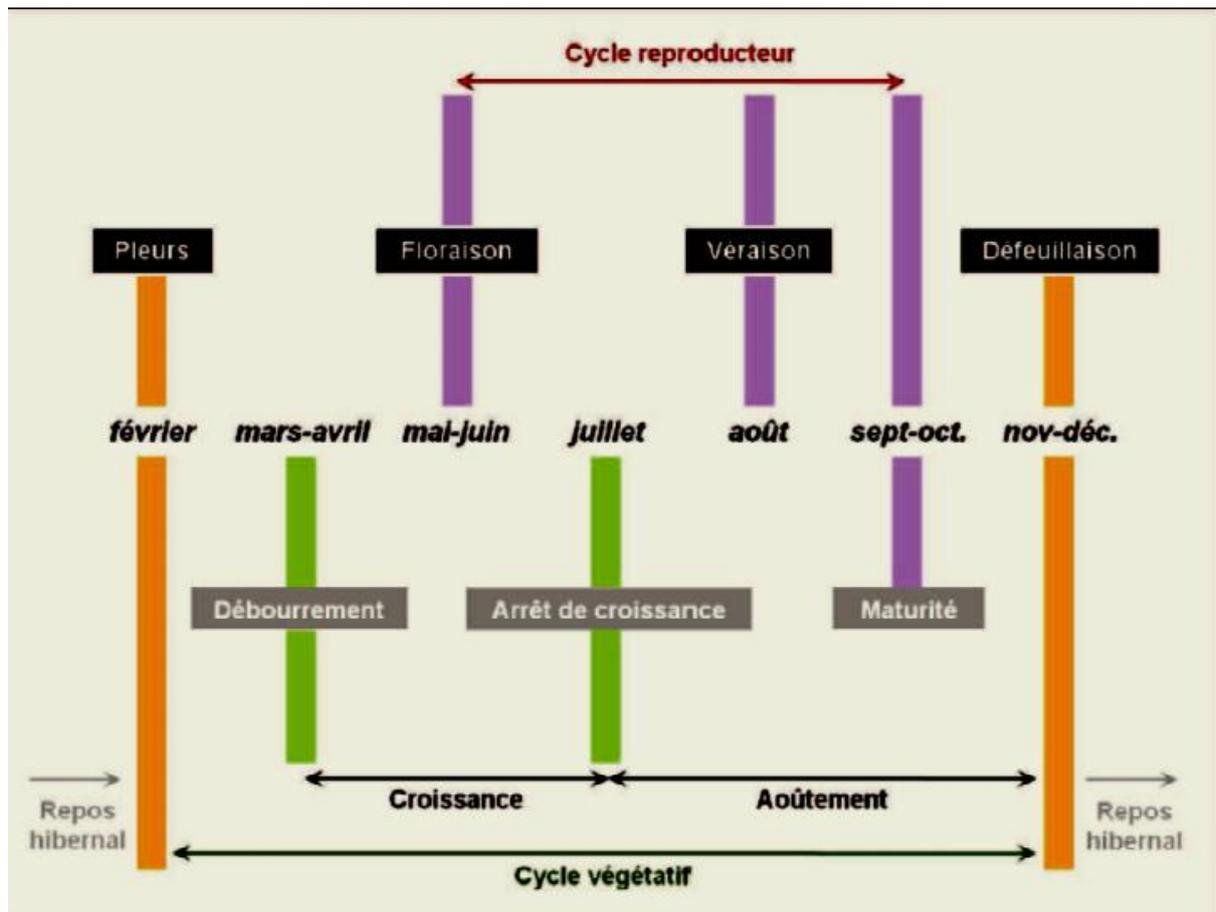


Figure 12 : Cycle végétatif et reproducteur de la vigne dans l'hémisphère Nord. Dans les régions tempérées, la vigne possède un rythme de croissance discontinu avec l'alternance de périodes de végétation et des périodes de repos.

### 5-Contraintes et exigences de la vigne

La vigne est sujette à une multitude de stress de nature abiotique et biotique. Parmi les facteurs abiotiques, on trouve notamment les températures extrêmes, les gelées, les carences ou les excès en éléments minéraux essentiels ou toxiques.

Les végétaux sont également au contact de nombreux microorganismes tels que les champignons, les bactéries et les virus, dont certains sont pathogènes.

- La vigne est une espèce qui préfère les climats semi arides et subtropicaux avec des étés secs et chauds sans précipitation et des hivers frais.

Les principales exigences de la vigne sont :

- Température : la température moyenne annuelle ne doit pas être inférieure à 9°C. l'optimum se situe entre 11-16°C ; le maximum est sensiblement plus élevé. La vigne gèle vers -2.5°C en période de végétation. Un plant bien aouté peut supporter, lorsque le froid s'installe progressivement, des températures au dessous de - 10°C, mais à partir de -18°C, le plant est détruit. Les températures très élevées qui dépassent 42°C grillent la vigne.

- Ensoleillement : Galet (1993) affirme que la vigne exige des climats lumineux car ses fleurs nouent mal à l'ombre ou par temps brumeux, elle demande au moins 1200h pendant la période végétative. Les années de grande insolation donnent des raisins sucrés, peu acides et inversement.
- Précipitation: la vigne se contente de 300mm/an de pluie bien répartie. C'est ainsi que dans les sables de Sfax, Mangonnat (1964) a observé des vignes supportant pendant 3 années consécutives 100 mm d'eau / an pour une pluviométrie moyenne de 200mm/an.
- L'altitude : Les orientations sud-est et sud sont, en coteaux d'altitude, les plus favorables.
- La vigne est une espèce qui s'adapte à tous types de sols, seulement il est essentiel que ceux ci repose sur des sous-sols perméables à l'eau.  
Les terres caillouteuses à l'excès conviennent très bien à cette essence. Compte tenu des dominantes des différents sols, il est remarqué que c'est le calcaire qui assure aux raisins le meilleur goût. La présence du calcaire dans le sol doit être étudiée avant toute plantation. Le dosage du calcaire assimilable, dit actif, permettra d'orienter le choix des porte-greffes ou d'en conclure à une impossibilité d'y cultiver de la vigne. Précisons de suite que certains porte-greffes supportent des doses de calcaire actif allant jusqu'à 35%.  
Pour maximiser la production, le sol doit être labouré, irrigué, fertilisé et le plant taillé.

## 6- Le développement de la baie de raisin

Au cours de la saison, la vigne puise de l'eau et des sels minéraux du sol. Elle exerce une activité photosynthétique au niveau de ses feuilles. Les photo-assimilés vont être transformés en une série de nouveaux composants dans la baie du raisin. La capacité à transformer les photo-assimilés en molécules diverses change suivant le stade de développement du fruit.

### 6-1- Morphologie

Le raisin est une baie charnue constituée d'un péricarpe et de graines appelées pépins (Figure.13). Le péricarpe se compose d'un exocarpe appelé pellicule et d'un mésocarpe appelé pulpe. La pellicule comprend la cuticule formée de cires lipidiques, les cellules de l'épiderme (8 à 10 couches de cellules isodiamétriques de 6,5 à 10  $\mu\text{m}$  de largeur) et les cellules de l'hypoderme (10 à 12 couches de cellules de 100 à 250  $\mu\text{m}$  de largeur). La pulpe est constituée de 25 à 30 couches de cellules, ces cellules s'agrandissent pour atteindre une taille de 400  $\mu\text{m}$  à la fin du stade de maturation.

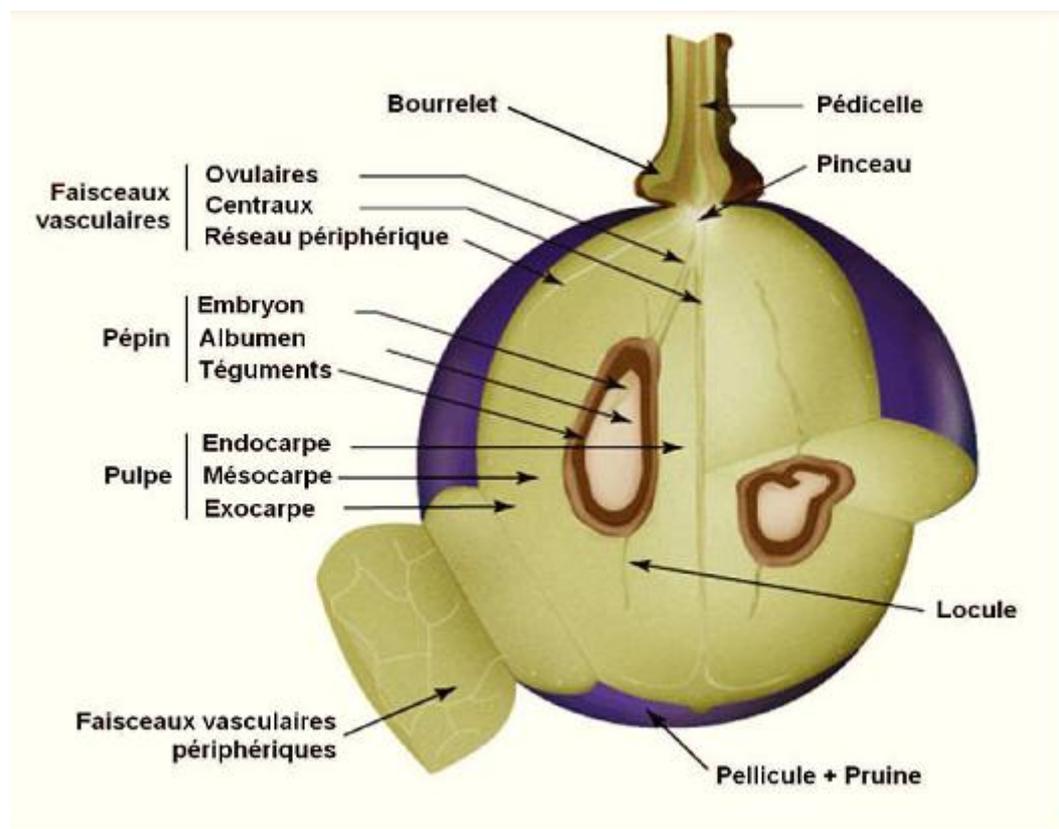


Figure 13 : Représentation schématique d'une baie

A maturité, la pulpe représente 90 à 95% du poids du raisin, ses cellules possèdent des vacuoles représentant 99% de leur volume remplies majoritairement d'acides organiques et de sucres. Le mésocarpe comprend aussi un endocarpe, une fine couche de cellules délimitant les loges carpellaires qui contiennent les pépins. Les pépins sont constitués d'un embryon et d'un albumen.

## **6-2-De l'anthèse à la fécondation**

La pollinisation des fleurs de vigne est principalement autogame, la pollinisation par le vent n'est bien sûr pas à exclure. D'une manière générale, toutes les fleurs d'une inflorescence ne se transforment pas en baie. En effet, quelques jours après la floraison, le pédicelle d'un certain nombre de fleurs, se détache de la rafle au niveau d'une zone d'abscission, dont la formation n'est pas encore bien connue. Cependant, elle pourrait résulter de problèmes de biologie florale ou de phénomènes de compétitions trophiques ou hormonales entre les différentes baies.

Dans le cas contraire, une fois fécondé au niveau de l'ovule, l'ovaire commence à se développer. Le nombre maximal d'ovules fécondables est de quatre. Toutefois, il est rarement atteint et en général le nombre de pépins obtenus par baie est de deux. Ce défaut de fécondation s'explique par des malformations des ovules. Qui, dans les cas extrêmes, vont entraîner un développement parthénocarpique du fruit avec soit la présence d'ébauche de pépins (apyrénie sténospermique). Soit l'absence totale de pépins (apyrénie corinthienne). Dans ce dernier cas, la baie reste beaucoup plus petite que la baie normale au moment de la récolte. On parle alors dans ce cas de baie millerandée.

La période de développement de l'ovaire correspond à l'entrée dans la période dite de Nouaison. Cette période permet de déterminer le taux de nouaison qui correspond au nombre d'ovules fécondés par grappe de raisin. Ce dernier est très variable et dépendra entre autres du nombre de fleurs ayant subi une abscission. Par ailleurs, il variera aussi en fonction des génotypes, des conditions environnementales et l'alimentation de la vigne. Lorsque ce taux de nouaison est fortement réduit par rapport à la moyenne, on parle alors de coulure.

## **6-3-Croissance et métabolisme de la baie**

La croissance des baies de raisin s'effectue selon deux sigmoïdes successives (Figure. 14) ayant chacune des caractéristiques distinctes. L'analyse du développement et du métabolisme de la baie de raisin met en évidence une succession de trois phases qui s'étalent sur tout le cycle reproducteur (Floraison -vendanges).

La phase I correspond à la période de la division et de grandissement cellulaire qui suit la fécondation. Elle est suivie par la phase II qui correspond à une période de croissance limitée précédant le début de la maturation. Elle est appelée aussi phase de latence. La dernière phase ou phase III du développement quant à elle, à une période de grandissement cellulaire. Entre la floraison et le début de la maturation, la baie a un fonctionnement de type herbacé. La phase de maturation débute à un moment crucial du développement de la baie connue dans la pratique viticole sous le nom de véraison. L'entrée dans cette phase de maturation n'est pas homogène pour toutes les baies d'une même rafle ; ce qui explique les hétérogénéités observés en terme de développement.

Au cours de cette étape, Plusieurs solutés s'accumulent et atteignent des niveaux maximums tels que les acides tartrique et malique. La fin de cette période se caractérise par un ralentissement de la croissance de la baie. Les baies sont alors dures,

vertes, grossissent peu et présentent une certaine activité photosynthétique. Ces composés accumulés sont distribués au niveau de la pulpe et de la pellicule ; ils jouent un rôle important dans la réaction du brunissement et ils représentent des précurseurs à la synthèse des phénols volatils.

### **6-3-1- La phase de développement herbacé :**

La phase herbacée débute à la floraison et peut durer jusqu'à 60 jours. Cette première phase correspond à la formation de la baie et à la production des pépins. Les pépins atteignent presque leur taille finale. La croissance est déterminée par le nombre de pépins, certaines phytohormones, les relations source-puits et les conditions climatiques. La croissance est due aux divisions et aux grandissements cellulaires. La plupart des divisions se font avant l'anthèse, les dernières divisions se faisant en partie périphérique jusqu'à 40 jours après l'anthèse. Le grandissement commence 10 à 15 jours après fécondation et se poursuit jusqu'à la fin de la phase herbacée. Pendant toute cette période, la baie est verte, acide et amère. Elle présente une activité photosynthétique significative et produit donc un peu de sucres. Mais pour couvrir ses besoins métaboliques, elle importe grâce à la sève phloémienne du saccharose produit dans les feuilles. L'eau est majoritairement importée par le xylème. A ce stade, la concentration en hexoses est inférieure à 150 mM. Plus de 20 acides organiques sont présents dans la baie de raisin. Les plus importants sont l'acide malique et l'acide tartrique qui s'accumulent dans le mésocarpe, et qui représentent jusqu'à 92% des acides organiques totaux. L'acide tartrique, très important pour la qualité du vin, s'accumule en début de phase herbacée ; l'acide malique qui sera consommé par les levures lors de la fermentation alcoolique s'accumule en fin de phase herbacée. Des acides hydroxycinnamiques, des tannins et de faibles quantités d'acide citrique et d'acide succinique sont également présents. Le pH et la qualité du vin sont affectés par la quantité totale d'acides organiques, le rapport acide tartrique/acide malique et la quantité d'ions de potassium. Il y a également accumulation de minéraux, d'acides aminés, de micronutriments et de méthoxypyrazines. A la fin de la phase herbacée, la croissance ralentit pendant 10 à 20 jours, la teneur en chlorophylle diminue, et les baies commencent à se pigmenter.

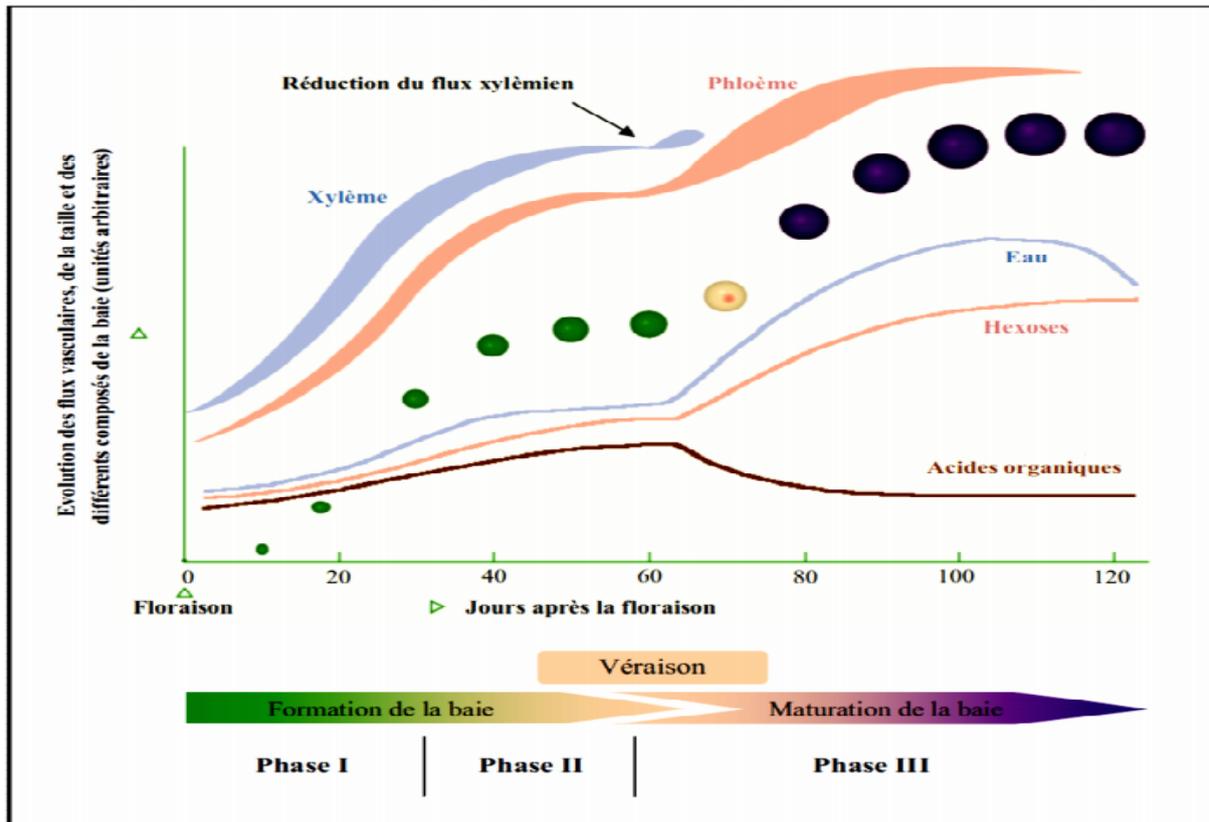


Figure 14: Schéma représentant l'accumulation relative de l'eau, des hexoses et des acides organiques dans la baie de raisin au cours de son développement.

Passage de la phase végétative (berry formation) à la maturation (berry ripening) en passant par une phase de latence juste avant la véraison. Les événements majeurs de développement sont illustrés dans des cadres verts : nouaison (setting), division cellulaire dans le péricarpe (pericarp cell division), phase de latence (lag phase), véraison (Veraison), maturité (Engustment). L'axe des abscisses indique les jours après floraison. La concentration du jus des baies en sucres est donnée en dessous en degrés Brix. La taille relative et la couleur des baies sont montrées à intervalles de 10 jours. Les périodes principales d'accumulation de métabolites sont indiquées dans le cadre gris. Les flux en provenance du xylème (Xylem) et du phloème (Phloem) sont indiqués sous forme de courbes suivant la croissance des baies.

### 6-3-2-La phase de maturation :

La phase de maturation débute avec la véraison. Elle est accompagnée de changements physiologiques très importants. Les baies ramollissent et leur composition chimique change. Le volume de la baie augmente de façon importante, du fait du grandissement cellulaire. En effet, la taille des cellules augmente 2 à 3 fois du début à la fin de cette phase. La baie devient un véritable organe puits. La pulpe accumule de grandes quantités d'eau et de sucres. Les sucres sous forme de saccharose proviennent de la photosynthèse foliaire et sont importés par le phloème via la voie apoplasmique. Ils sont ensuite hydrolysés par des invertases et stockés sous forme de glucose et fructose.

Les acides aminés s'accumulent également en quantités importantes, alors que l'acidité diminue. Cette diminution est due à une consommation d'acide malique pour la respiration, et à une dilution due au grossissement de la baie. Dans la pellicule, on observe la présence de plastes et de nombreuses mitochondries développées témoignant d'une activité métabolique intense, et les composés flavonoidiques s'accumulent. Les méthoxypyrazines sont dégradées par la lumière. Les tanins, qui sont oxydés dans les pépins, sont modifiés dans la pellicule et leur taille augmente. Des arômes ou des précurseurs d'arômes terpéniques s'accumulent dans la pulpe et la pellicule.

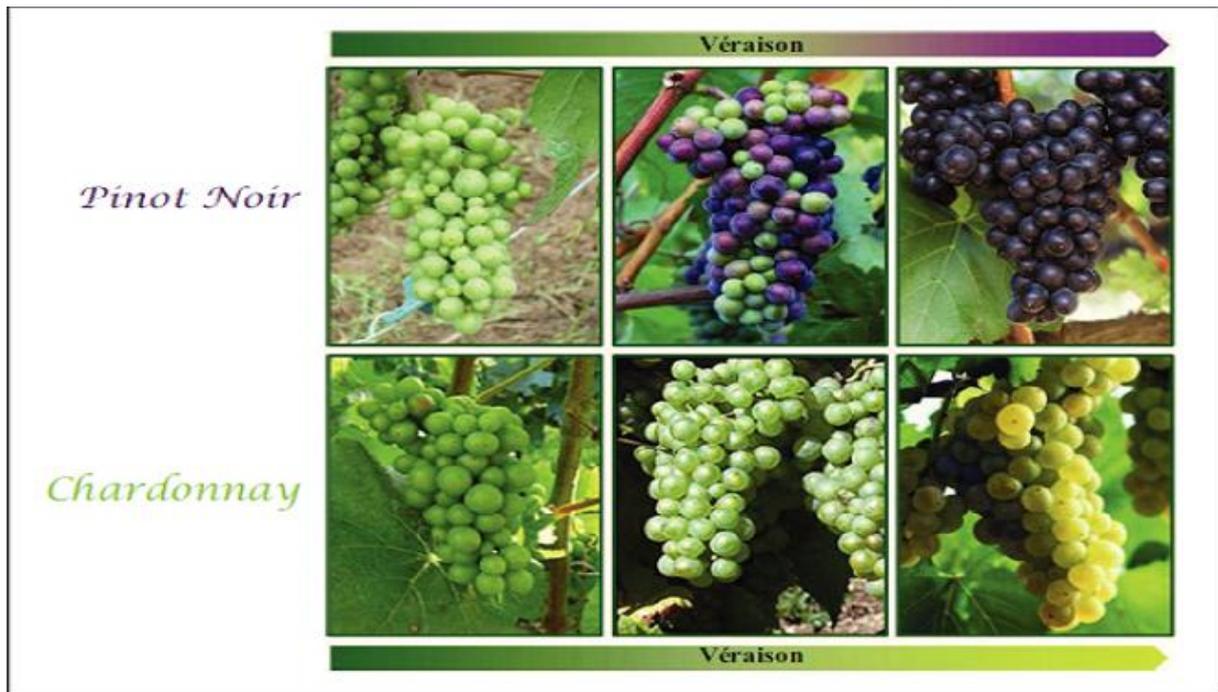


Figure 15: Evolution de la couleur des baies au cours de la véraison. Chez les cépages rouges comme Pinot Noir, l'évolution de la couleur s'observe facilement au moment de la véraison : les baies passent du vert au noir. Chez les cépages blancs comme Chardonnay, la véraison est visuellement moins évidente : les baies s'éclaircissent et deviennent translucides.

Tableau 01 : Evolution des baies de raisins pendant les quatre phases de croissance

	<b>Phase herbacée</b>	<b>Véraison</b>	<b>Maturation</b>	<b>Surmaturation</b>
<b>Critères phénologiques</b>	Croissance de la rafle et du grain, coulure, nouaison, grossissement de l'ovaire, divisions cellulaires (stade I du développement de la baie)	Changement de structure de la baie (stade II de la croissance) : ramollissement du fruit, augmentation du volume des grains, changement de couleur, arrêt de croissance de la rafle	Lignification des rafles et des sarments (aoûtement), fin de grossissement des grains, augmentation progressive de la capacité germinative des pépins (stade III)	Flétrissement des baies et chute du poids frais, Abscission des fruits, installation de la pourriture noble selon les cas
<b>Critères biochimiques et physiologiques</b>	Grappe chlorophyllienne (rafle et grains), teneur en sucres des baies inférieure à $20 \text{ g L}^{-1}$ , teneurs en acides organiques maximales, teneur en tanins et dérivés hydroxycinnamiques élevées, synthèse de protéines dans les baies	Perte de la chlorophylle des baies, accumulation de pigments épidermiques (anthocyanes et flavonols), de sucres, de précurseurs aromatiques synthétisés, diminution de l'acidité, synthèse et accumulation d'acides aminés	Accumulation de métabolites (sucres jusqu'à $300 \text{ g L}^{-1}$ ), eau, synthèse ou dégradation des substances (acides organiques), synthèse des anthocyanes glycosylées et acylées, de précurseurs d'arômes (liés et libres), de protéines	Arrêt de la fonction puits par les baies, concentration des baies (perte d'eau), dégradations, liquéfaction progressive des pectines

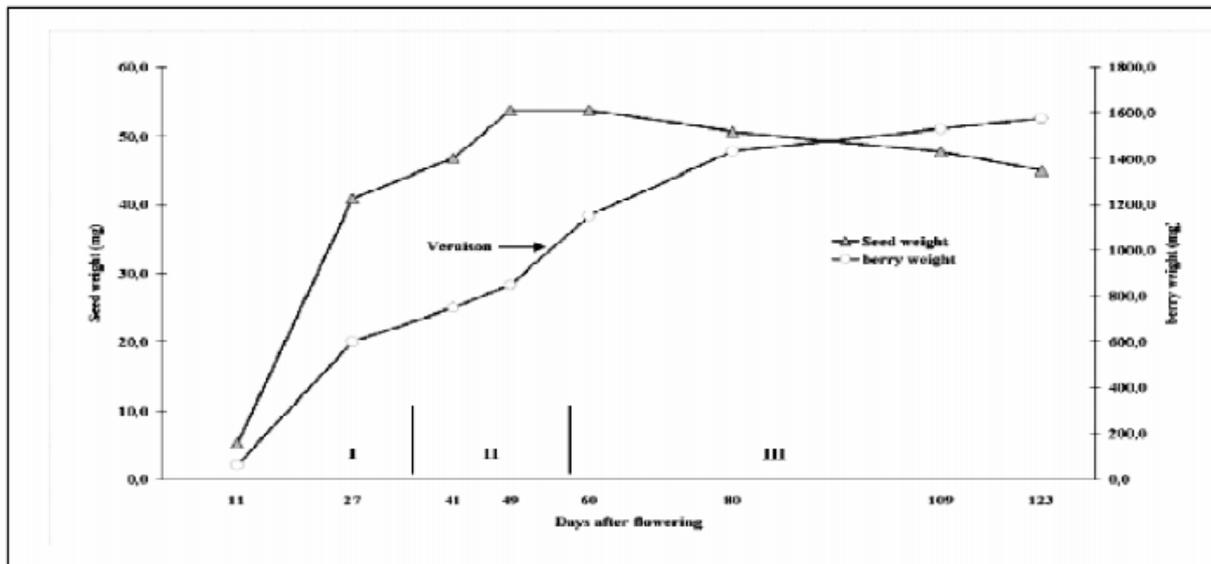


Figure 16: Evolution de la masse des pépins et de la baie durant le développement de la baie. (I) phase de croissance herbacée ; (II) véraison ; (III) maturation.

#### 6-4-Régulation hormonale

La phase herbacée. De la fécondation à la nouaison, les hormones produites par les pépins ou par les tissus maternels contrôlent la division et l'expansion cellulaire. Les hormones intervenant au cours de la phase herbacée sont surtout les auxines, les cytokinines et gibbérellines. La concentration en auxines est maximale juste après l'anthèse et faible pendant le reste du temps. L'application d'auxine exogène retarde la maturation. La synthèse des gibbérellines bioactives présente un pic dans les fleurs.

##### ➤ La phase de maturation

La vigne est un fruit non climactérique, contrairement aux fruits climactériques comme la banane ou la tomate qui produisent un pic d'éthylène au cours de la maturation. Le contrôle hormonal de la maturation de la baie semble être lié à une combinaison de signaux plutôt qu'à une hormone particulière. Trois hormones sont surtout impliquées : l'ABA, l'éthylène et les brassinostéroïdes.

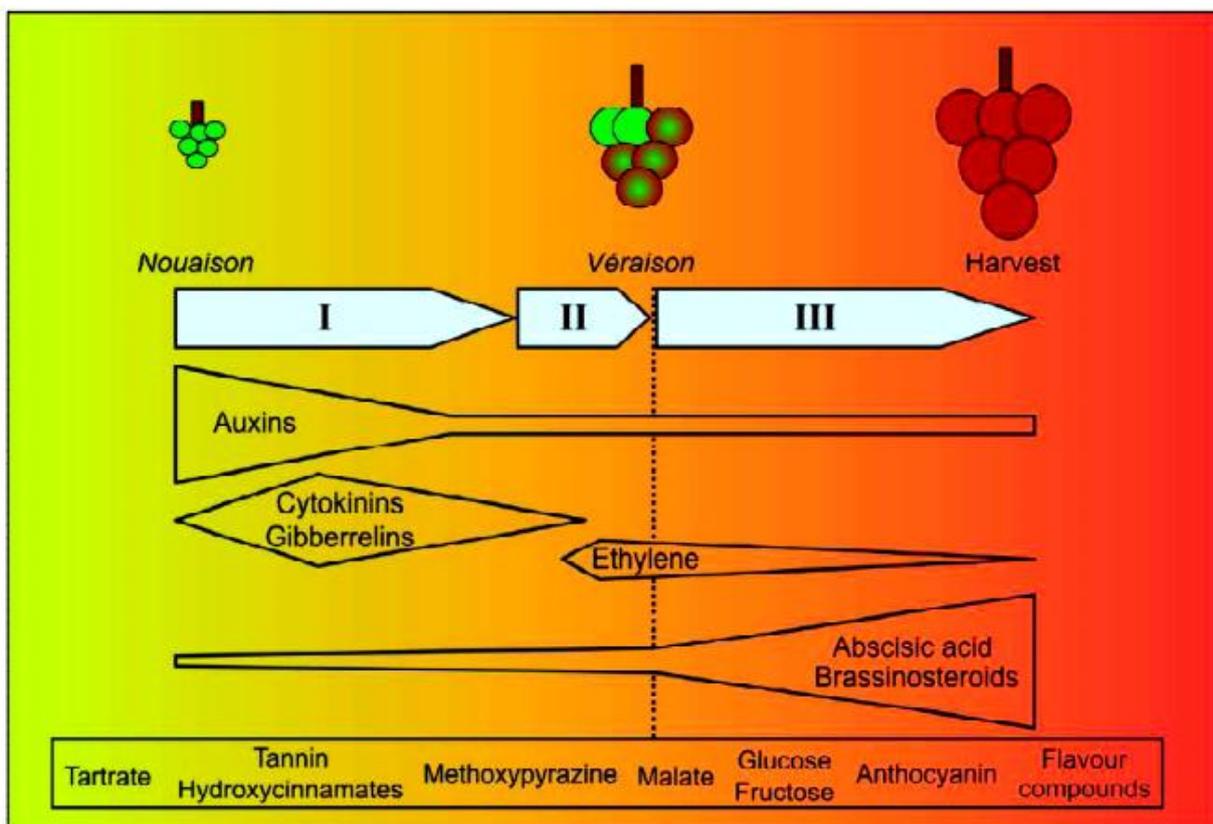
**\*Acide abscissique (ABA) :** L'ABA s'accumule dans les baies après la véraison et sa concentration diminue un peu quand la baie est mûre. Il semble jouer un rôle déterminant dans le contrôle de l'accumulation des sucres. Un retard de l'accumulation d'ABA est corrélé avec un retard similaire dans l'accumulation de sucres. L'ABA induit la transcription d'un régulateur transcriptionnel contrôlant l'expression d'un transporteur d'hexoses, celle d'une protéine kinase stimulant l'expression de plusieurs transporteurs d'hexoses et celle d'une invertase acide.

L'ABA stimule aussi l'accumulation de composés phénoliques. Un déficit hydrique entraîne une augmentation de sa concentration dans les baies. Des transcrits liés à sa synthèse ont été identifiés dans des baies en cours de maturation. Une étude protéomique

suggère que l'ABA agirait par le biais de protéines impliquées dans le processus de maturation, comme ADH2, XET et des enzymes de la biosynthèse des anthocyanes.

**\*Éthylène :** L'éthylène est présent à un niveau faible tout au long de la maturation de la baie, mais un pic mineur de synthèse peut être détecté au stade pré-véraison. Une déficience en éthylène limite l'augmentation du diamètre de la baie, alors qu'une application d'éthylène à la véraison la stimule en provoquant une élongation des cellules. L'éthylène interviendrait également dans la diminution de l'acidité et l'accumulation de saccharose. Il augmente l'accumulation d'anthocyanes et affecte le développement des saveurs et des arômes de la baie. La sensibilité à l'éthylène change au cours de la maturation, et elle augmente quand la teneur en auxines baisse.

**\*Brassinostéroïdes :** La teneur en brassinostéroïdes augmente après la véraison et un traitement par les brassinostéroïdes accélère la maturation. Lorsque leur synthèse est inhibée, le développement de la baie est retardé de façon significative. Les profils d'expression de plusieurs gènes de leur voie de biosynthèse sont parallèles à l'accumulation de brassinostéroïdes en début de la phase de maturation.



**Figure 17:** Schéma représentant la régulation hormonale au cours du développement du raisin de la nouaison à la récolte (Harvest).

La phase herbacée est représentée par les parties I et II, la phase de maturation par la partie III. Le contenu en hormones est donné en unités arbitraires pour indiquer l'évolution relative de chaque composé.

## 7-Maladies de la vigne

### 7-1-Les principales maladies fongiques de la vigne

#### 7-1-1-Les principales maladies fongiques non vasculaires

**1- Oïdium (*Uncinula necator*)** : un champignon ascomycète ; (forme parfaite ou sexuée). C'est un parasite obligatoire qui attaque tous les organes de la Vigne et peut entraîner des pertes de production très importantes et altérer la qualité des raisins.

Selon Camps (2008), les symptômes sont:

- \*Le premier signe visible sur les feuilles issues de bourgeons contaminés est une légère "frisure".
- \*enroulement du bord du limbe vers le haut (limbe involuté).
- \*Les inflorescences et les grappes contaminées se recouvrent d'un feutrage blanc.
- \*Sur les tiges, on note la présence de taches de teinte brune ou brun rouge (fig. 18).



Photo 18: Les symptômes de l'oïdium.

### Mesures de lutte

\*Mesures prophylactiques: il n'y a pas de prophylaxie efficace. Toutefois une maîtrise de la vigueur des souches est préalable indispensable pour limiter l'entassement du feuillage. Ensuite, il faut éliminer les mouillères et favoriser l'éclaircissement et l'aération des grappes (effeuillage, palissage soigné, éclaircissage sélectif).

\*Lutte chimique: Fongicide anti-oïdium: il s'agit d'un fongicide minéral de contact (le soufre pour poudrage ou pour pulvérisation); fongicide organique de contact (le dinocap); fongicides à action systémique (les IBS : inhibiteurs de la biosynthèse des stérols).

**2- Le mildiou (*Plasmopora viticola*):** champignon Oomycète, C'est un parasite obligatoire de la Vigne qui se développe sur tous les organes herbacés et particulièrement ceux en voie de croissance. Les symptômes sont :

- \*Les feuilles commencent à jaunir et des "taches d'huile" se forment sur les faces inférieures,
- \*Les feuilles se couvrent ensuite d'un feutrage grisâtre (sporangies) présentent de nombreuses taches rouges ou brunes et tombent prématurément (fig. 19).
- \*Les jeunes rameaux et les vrilles atteints portent des taches brunes plus ou moins allongées.

\*Les fleurs malades se reconnaissent au brunissement des inflorescences qui se couvrent de duvet.

\*Les grappes attaquées se recouvrent de fructifications blanches donnant un aspect grisâtre, ou des taches brunes à violacée plus tardivement.



Photo 19: les symptômes du mildiou.

**Mesure de lutte :** pour la lutte contre cette maladie il faut:

- Tailler les vignes pour assurer une bonne circulation d'air et la pénétration de la bouillie;
- Protéger les nouvelles pousses à l'aide de fongicides efficaces (fongicides de contact: le cuivre, les dithiocarbamates, les phthalimides; fongicides systémiques à base d'anilides ou phénylamides...

**3- La pourriture grise (*Botrytis cinerea*):** C'est une maladie très ancienne connue depuis l'Antiquité, qui est causée par le champignon ascomycète *Botrytis cinerea* (forme asexuée). Il s'agit d'un champignon ubiquiste, polyphage, se situant à la limite du saprophytisme et du parasitisme. Il est de plus nécrotrophe, et peut se développer d'abord en saprophyte sur des tissus morts, avant de devenir parasite. Cette maladie affecte le rendement, la durée des travaux de cueillette (tri des vendanges) et la qualité organoleptique du vin.

### **Les symptômes**

Sur les jeunes rameaux, après l'infection, on observe une nécrose brune parfois recouverte de fructifications. Au printemps, l'attaque des feuilles se manifeste par la formation de taches rouges brunes, à la périphérie du limbe.

Les inflorescences, une fois attaquées, se dessèchent et tombent. Le champignon *B. cinerea* peut infecter les baies dès la véraison, et finit par envahir totalement la grappe qui se recouvre de conidiophores (fig. 20) et prend une coloration marron.



Photo 20: les symptômes de la pourriture grise sur la grappe.

### Moyens de lutte :

-Moyens biologiques: l'utilisation du champignon *Trichoderma*; antagoniste de *Botrytis cineria*.

-Moyens chimiques: application de l'un des produits suivants: type contact (Imide cyclique, Hydroxyanilide, Phénylsulfamide) ; type systémique (Benzimidazole, ...).

### 7-1-2-Les principales maladies fongiques vasculaires

**1- Le Black Dead Arm (BDA):** La maladie du Black Dead Arm (BDA) est actuellement mal connue car les champignons pathogènes intervenant dans cette infection ne sont pas clairement identifiés. Ils appartiennent au genre *Botryosphaeria*.

Les symptômes de la maladie se traduisent au niveau du cep par la présence d'une bande brune située sous l'écorce. Cette bande peut aussi se former de part et d'autre d'une nécrose sectorielle. Au niveau foliaire, des digitations rouges qui apparaissent entre les nervures se transforment en zones de nécrose à un stade plus avancé de la maladie (fig. 21).



Photo 21: Les symptômes du Black Dead Arm (BDA) sur les feuilles.

### 2- Le syndrome de l'Esca

Le syndrome de l'Esca implique un complexe fongique dont les participants ne sont pas encore tous connus: *Fomit iporia punctata*, *Stereum hirsutum*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Phaeomoniella chlamydospora*, *Eulypta lata*. Au niveau du bois, des coupes transversales du ceps montrent une zone centrale claire et molle (amadou) entouré d'une zone

brune dure et sombre. Il existe deux formes de la maladie, une forme lente et une forme apoplectique. La forme lente se manifeste par l'apparition de symptômes foliaires sur une partie ou sur l'ensemble du pied. Il s'agit de taches jaunâtres pour les cépages blancs ou rougeâtres pour les cépages rouges (fig. 22), qui vont former des digitations entre les nervures. La présence d'un liseré jaune le long des nervures permet de distinguer ces symptômes de ceux du Black Dead Arm. La forme apoplectique ou foudroyante se manifeste en quelques jours voire en quelques heures et aboutit à un dessèchement rapide et complet des sarments et des grappes du pied malade.



Photo 22: Les symptômes du syndrome de l'Esca

### 3- L'eutypiose

L'eutypiose est une maladie de dépérissement, due au champignon ascomycète *Eutypa lata*. Dans les parties lignifiées, l'infection se traduit par des nécroses brunes sectorielles et bien délimitées présentant un aspect de pourriture sèche. Ces nécroses, liées à la progression localisée du champignon, peuvent entraîner la mort du bras ou du cep dans les 10 ans qui suivent l'infection initiale. Les symptômes de l'eutypiose au niveau du bois ne sont mis en évidence que par des coupes transversales des parties pérennes.

A la surface du bois peuvent apparaître des zones bosselées noirâtres (fig. 23) correspondant à la formation de spores. Les symptômes foliaires sont les plus visibles au début du printemps. Ils correspondent à la nanification des sarments de l'année le bras malade présente un aspect buissonnant dû à un raccourcissement des entre-nœuds. Les feuilles de taille réduite, souvent enroulées ou déformées, présentent un aspect légèrement chlorotique, et sont crispées avec des nécroses marginales.

Les inflorescences peuvent se nécroser ou se développer mais, dans ce cas, elles donnent des grappes pourvues d'un petit nombre de baies de petite taille. Ces symptômes caractéristiques de l'eutypiose peuvent être observés dans un premier temps sur un bras du cep.



Photo 23: les symptômes de l'eutypiose.

## 7-2- Les principales maladies virales de la vigne

**1- Court-noué:** Le virus à l'origine du court —noué est un népovirus. Les symptômes sont:

- \* Sur les feuilles: Mosaïque jaunes le long des nervures (fig. 24).
- \* Sur les rameaux: présence de fasciations et bifurcations, bois aplati.
- \* Sur les grappes : une coulure partielle ou totale des grappes (fig. 24).
- \* plus une baisse de rendement, réduction de durée de vie des ceps,...



Photo 24: les symptômes du court-noué.

**2- Enroulement :** L'agent à l'origine de cette virose est un *Closterovirus* que l'on classe actuellement en sept sérotypes. Les symptômes sont:

- \* Sur les feuilles: chez les cépages rouges, les feuilles prennent une couleur rougeâtre et seule une bande de 2 à 3 mm reste verte le long des nervures, et chez les cépages blancs, une légère chlorose foliaire est visible (fig. 25).
- \* Sur les grappes : les baies se décolorent.



Photo 25 : Les symptômes de l'enroulement.

### 7-3-Les principales maladies bactériennes de la vigne

Les maladies bactériennes ont une présence ponctuelle, pouvant être sérieuse et nécessitant alors une lutte spécifique.

1- **Nécrose bactérienne** : *Xylophilus ampelinus* . Lopez (1987), a décrit les symptômes comme suit:

Les bourgeons infectés avortent ou débourent difficilement. Les sarments, notamment leur base, présentent des nécroses sectorielles allongées de couleur brune ou noire (fig. 26), dont le contour est généralement humide ou huileux. Les feuilles présentent des petites taches angulaires de couleur rougeâtre ou sombre.



Photo 26: les symptômes de la nécrose bactérienne.

### 2- Maladie de Pierce: *Xyella fastidiosa*

En 1987, Lopez a décrit les symptômes comme suit:

Sur le limbe des feuilles, on observe habituellement en été des zones chlorotiques, de couleur jaune sur les cépages blancs et rouge foncé sur les cépages rouges. Les fruits sont de plus petite taille, une partie tombe ou se dessèche sur les grappes.

### 7-4-Les principales parasites de la vigne

Les viticulteurs sont habitués à remplacer des pieds de vigne et à renouveler les parcelles de vignes affaiblies qui présentent un taux de mortalité élevé. Le dépérissement des vignes est la conséquence de causes diverses (accidents climatiques, erreurs agronomiques et attaques parasitaires). Les maladies et les ravageurs se trouvent souvent sur les pieds dépérissants mais leur présence découle fréquemment de mauvais choix agronomiques avant ou après la plantation. C'est dire l'importance des mesures prophylactiques et de la lutte intégrée qui prend en compte non seulement le raisonnement de la lutte chimique mais aussi l'ensemble des moyens permettant de réduire l'inoculum et la sensibilité induite des vignes. Les parasites de la vigne sont fort nombreux. Nous ne ferons que résumer leur vie et leurs dégâts, mais nous indiquerons aussi bien que possible leur destruction qui intéresse plus particulièrement les praticiens.

#### 7-4-1-Insectes

##### 1- Tordeuses de la grappe: Eudémis (*Lobesia botrana*)

Pourritures des grappes, qui sont une conséquence directe des attaques de tordeuses (fig.27), les plaies créées favorisant la pénétration des agents déclencheurs.

##### Moyens de lutte

-Utilisation du piégeage (alimentaire ou sexuel) (fig. 27). Le piégeage sexuel en capturant les premiers mâles est le plus efficace (phéromone de synthèse acétoxy- 1 -dodécadiène E7)



Photo 27: les symptômes des tordeuses de la grappe (à gauche) et un moyen de lutte (à droite).

##### 2- Phylloxéra : *Dactylosphaera vitifoliae*

Les symptômes :

-Des excroissances situées sur la face inférieure des feuilles et qui se referment presque sur la partie supérieure de la feuille avec des poils laissant entre voir un petit orifice (fig. 28).

-Sur les racines, elle est caractérisée par des nodosités (sur les radicelles) et des tubérosités (sur les racines de plus d'un an) provoquées par une hypertrophie des tissus suite à la pique des insectes.



Photo 28 : les symptômes du phylloxéra.

Le phylloxéra pique la racine et absorbe la sève, l'empêchant de parvenir aux parties aériennes. Cela favorise par ailleurs la putréfaction des radicelles et affaiblit le cep, ce dernier finissant par se dessécher et mourir au bout de 3 ou 4 ans.

### **Moyens de lutte**

D'après Marin (1999), la seule protection efficace des vignes européennes est l'utilisation de porte-greffes (plantes américaines) résistants.

Les porte-greffes choisis doivent présenter une bonne adaptation au type de sol (calcaire actif, sécheresse, excès d'humidité, densité, salinité, etc.), de même qu'une bonne affinité avec la variété de vigne (vigueur, effets sur la maturation, cycle végétatif, etc.), et une certaine forme de résistance aux nématodes. Le tout doit contribuer à maintenir un bon niveau végétatif et productif du cep.

### **7-4-2-Vertébrés (exemple: les oiseaux)**

Il existe deux périodes critiques dans le cycle de la vigne: la première au printemps, aux stades phénologiques (bourgeon dans le coton/pointe verte), lorsque les oiseaux piquent les bourgeons et vident leur contenu.

La seconde période se situe entre la véraison et la vendange, lorsque la quantité de sucre augmente dans le moût, prisé des oiseaux.

Blouin et al (2007) a donné certaines mesures de lutte:

-Protection optique: Épouvantails, banderoles, bandes en plastique (blanches ou jaunes), moulins à vent, épouvantails de la forme d'oiseaux rapaces, boules en plastiques avec dessins, paille sur les ceps,...

-Protection acoustiques: Canons, pétards, appareils électroniques diffusant les signaux d'alarme ou de dispersion, ou des bruits propres à effrayer les oiseaux.

-protection chimiques répulsifs et somnifères.

-Protection mécaniques : Filets, sacs en papier sur les grappes (raisin de table), etc.

#### **7-4-3-Acarien** : Érinose (*Colomerus vitis*, *Briophyes vitis*)

La face supérieure des feuilles présente des galles légèrement saillantes (fig. 29). Certains bourgeons restent inactifs et présentent alors un duvet marron-rouge plus abondant que sur les bourgeons sains.



Photo 29 : Les symptômes de l'Acarien (Érinose).

#### **7-4-4-Mollusques** : (exemple : Escargot)

Les dégâts se situent au niveau des pousses dont le développement, s'il est suffisamment rapide, compense ces dégâts. Les escargots mordent les feuilles et parfois les grappes (Fig. 30). Les escargots présents dans les cépages de table au début de la maturation salissent le fruit. S'il s'agit de raisin ensaché, ils perforent les sacs en papier.



Photo 30 : Présence de mollusques sur la vigne