DNO première année

Cycles biologiques, bases physiologiques et développement de la vigne

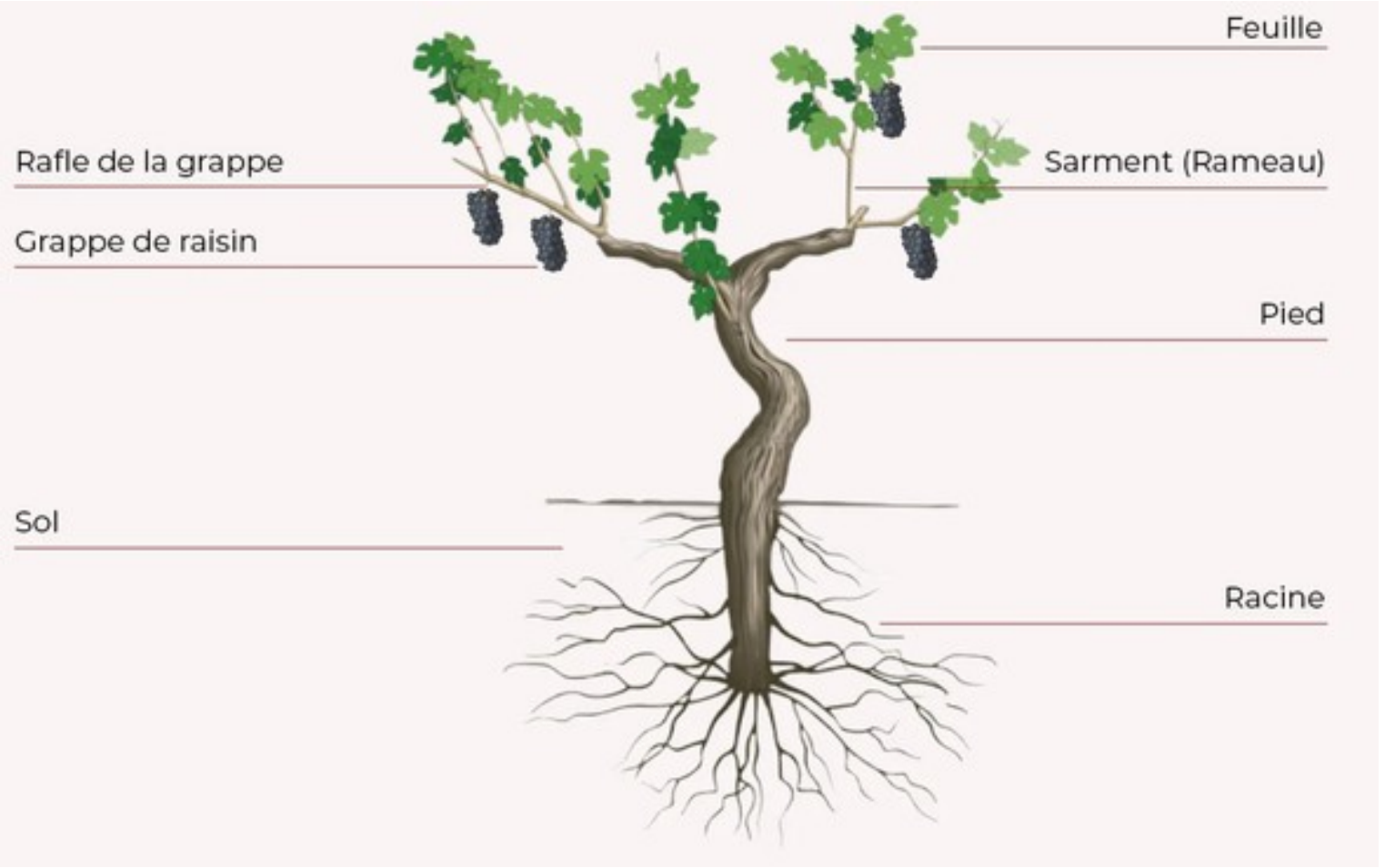
Malafosse Mario

Œnologue conseil

Tel : +33 772 883 131

m.malafosse@gmail.com

La vigne, généralités



Partie souterraine : système racinaire.
Partie pérenne : tronc + bras / cordons.
Partie annuelle : rameaux issus des bourgeons, feuilles, vrilles, inflorescences puis grappes.

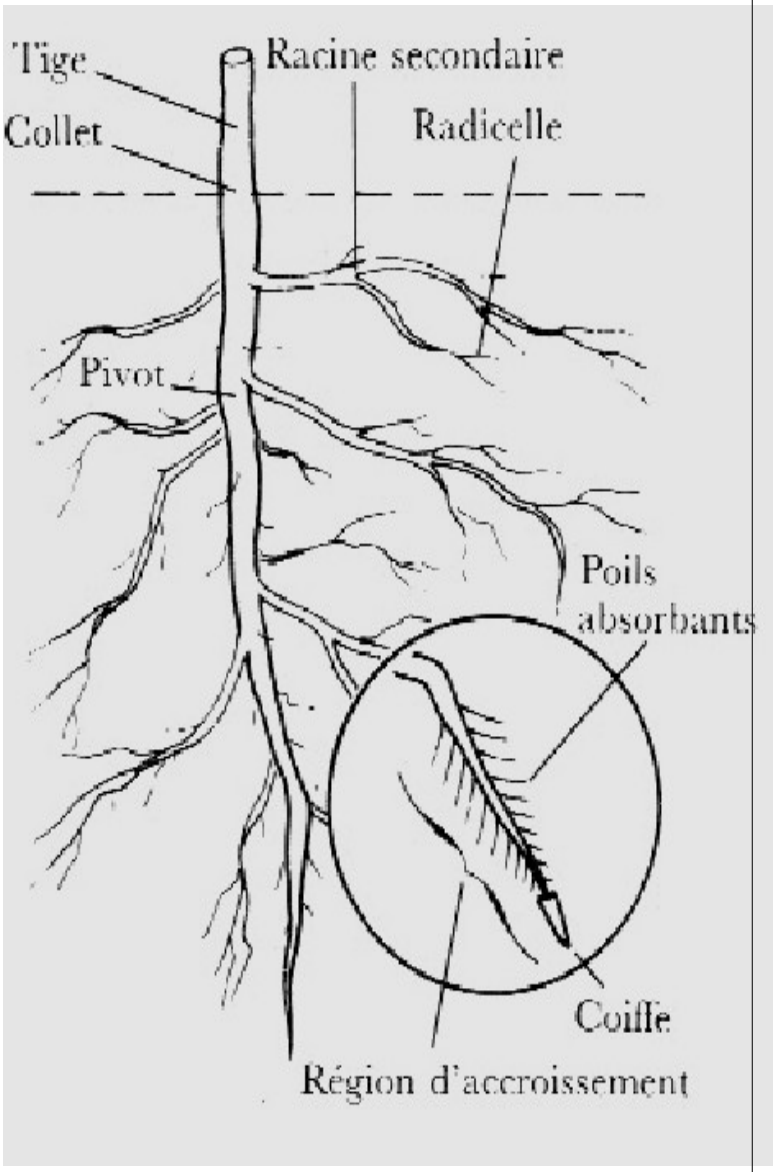
La vigne, généralités

Les racines

Ancarge de la vigne dans sol.

Assimilation de l'eau et des éléments minéraux

Mise en réserve.



La vigne, généralités

Les parties aériennes pérennes





Le tronc constitue l'axe qui porte le cep.

Les bras ou cordons portent les futurs rameaux.

Le bois pérenne assure la circulation des éléments et le stockage de réserves.

La forme du cep dépend du système de conduite : gobelet, cordon, Guyot, etc

La vigne, généralités

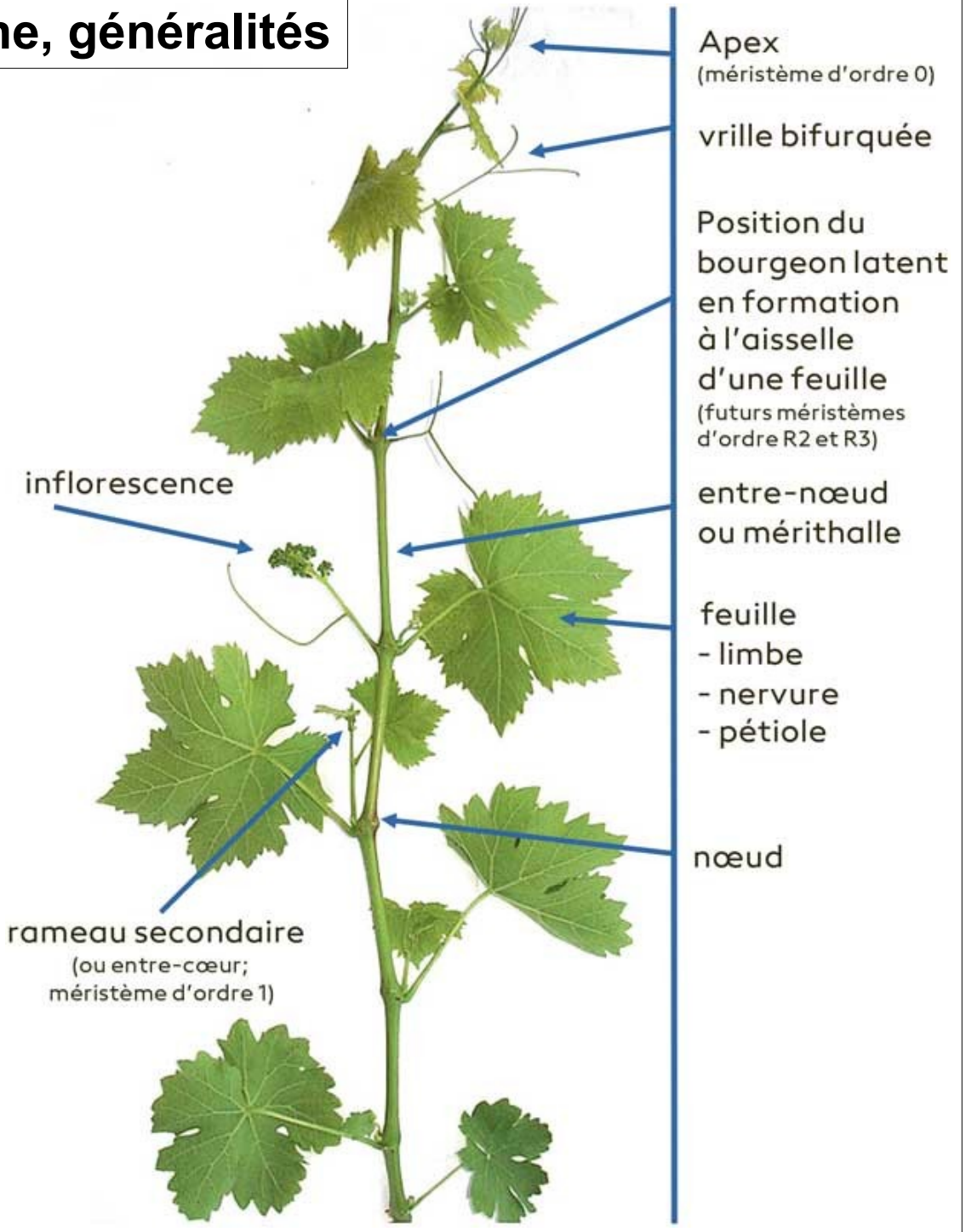
Les rameaux et sarments

Ils portent des feuilles et les organes reproduteurs (inflorescences puis raisins).

Fonctions : transport et soutien

A l'aoûtement, ils se lignifient et changent de couleur et on l'appelle « sarment ».

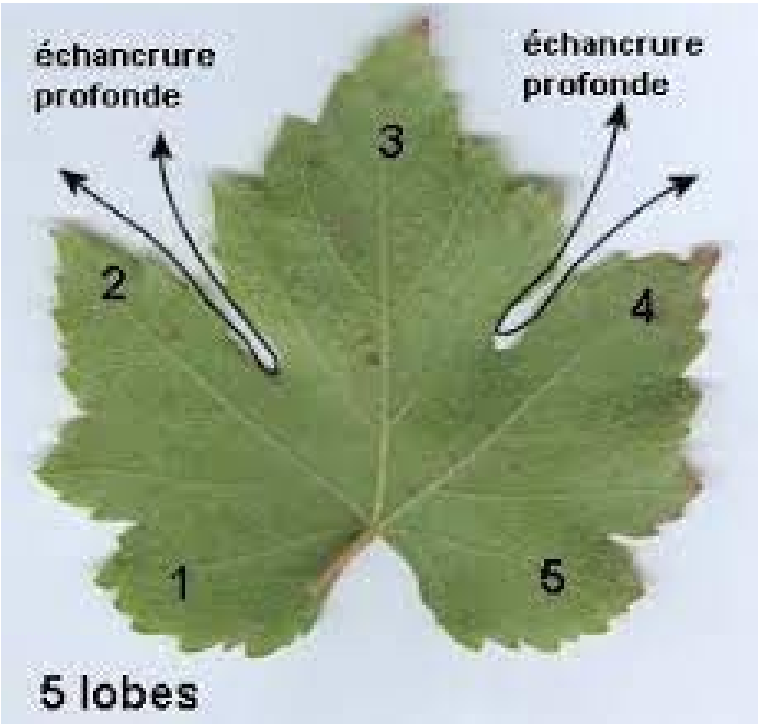
Après la chute des feuilles, les sarments sont taillés.

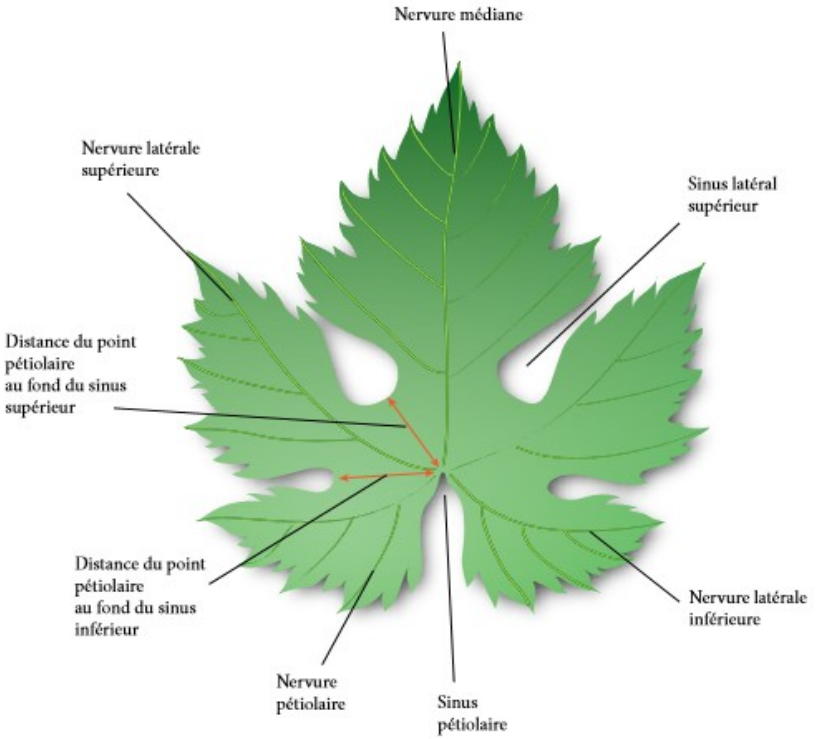


La vigne, généralités

Les feuilles

La feuille est formée par plusieurs lobes, définies par les nervures et les échancrures.





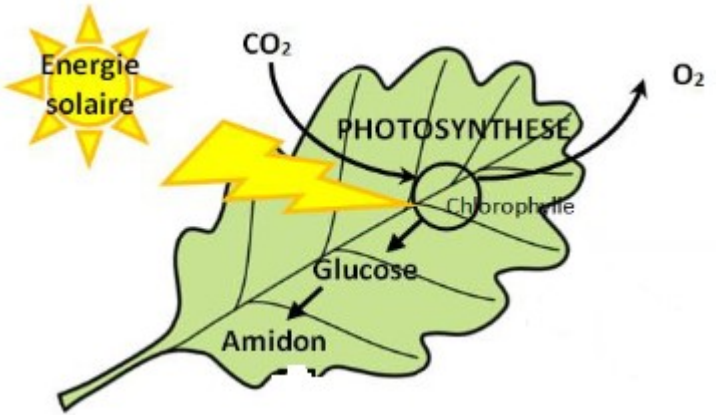
La vigne, généralités

Les feuilles

Siège de la photosynthèse :

- convertion l'énergie lumineuse en énergie chimique (sucre).

- échanges gazeux entre la feuille et l'atmosphère.



Il existe une corrélation entre l'accumulation de sucre dans les baies et la surface folière exposée (SFE).

⇒ 1,5kg de raisin /m² SFE

La vigne, généralités

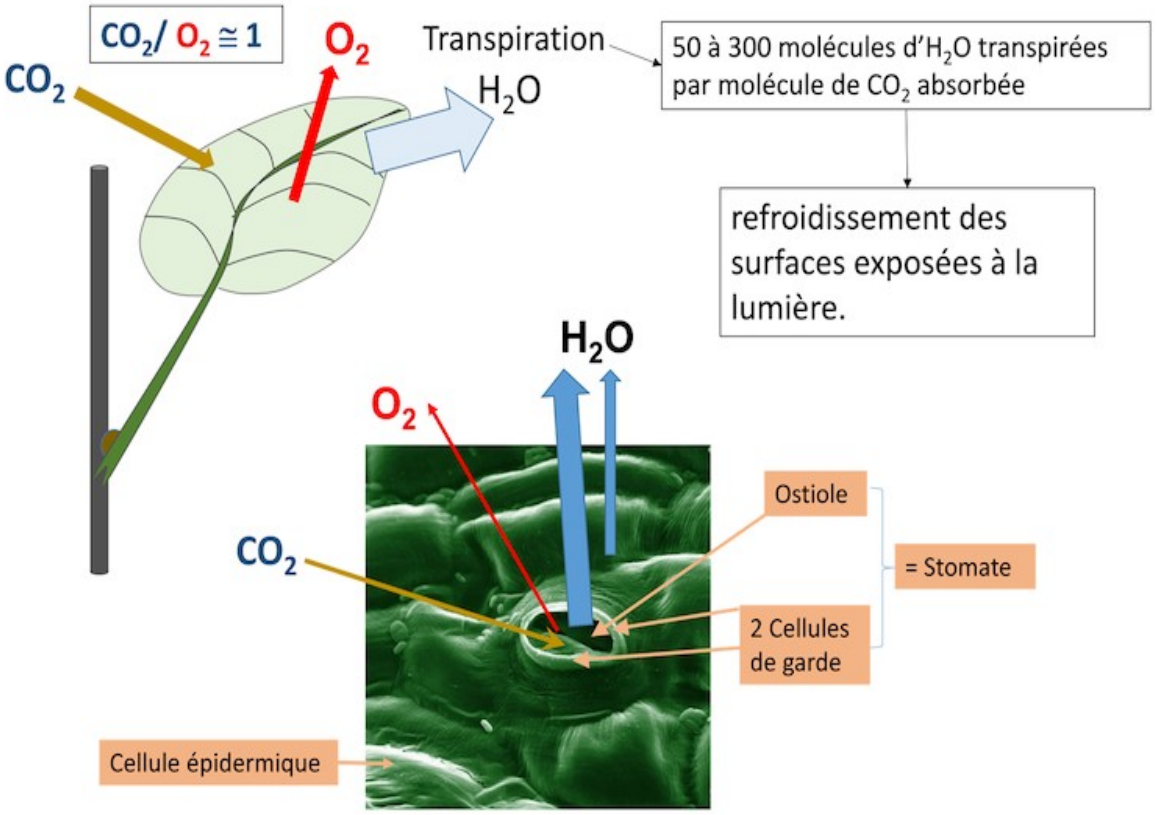
Les feuilles

Les stomates : régulateurs des échanges gazeux

Pour limiter les pertes d'eau, les plantes ferment leurs stomates.

La fermeture des stomates inhibe la photosynthèse.

⇒ Le régime hydrique élément clé de la viticulture.

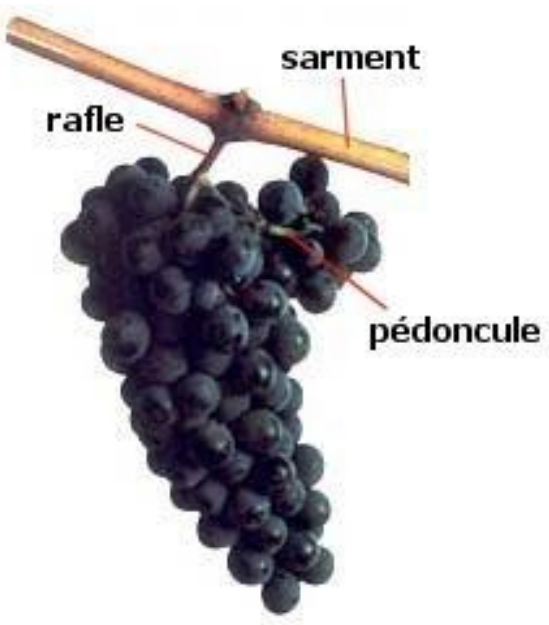


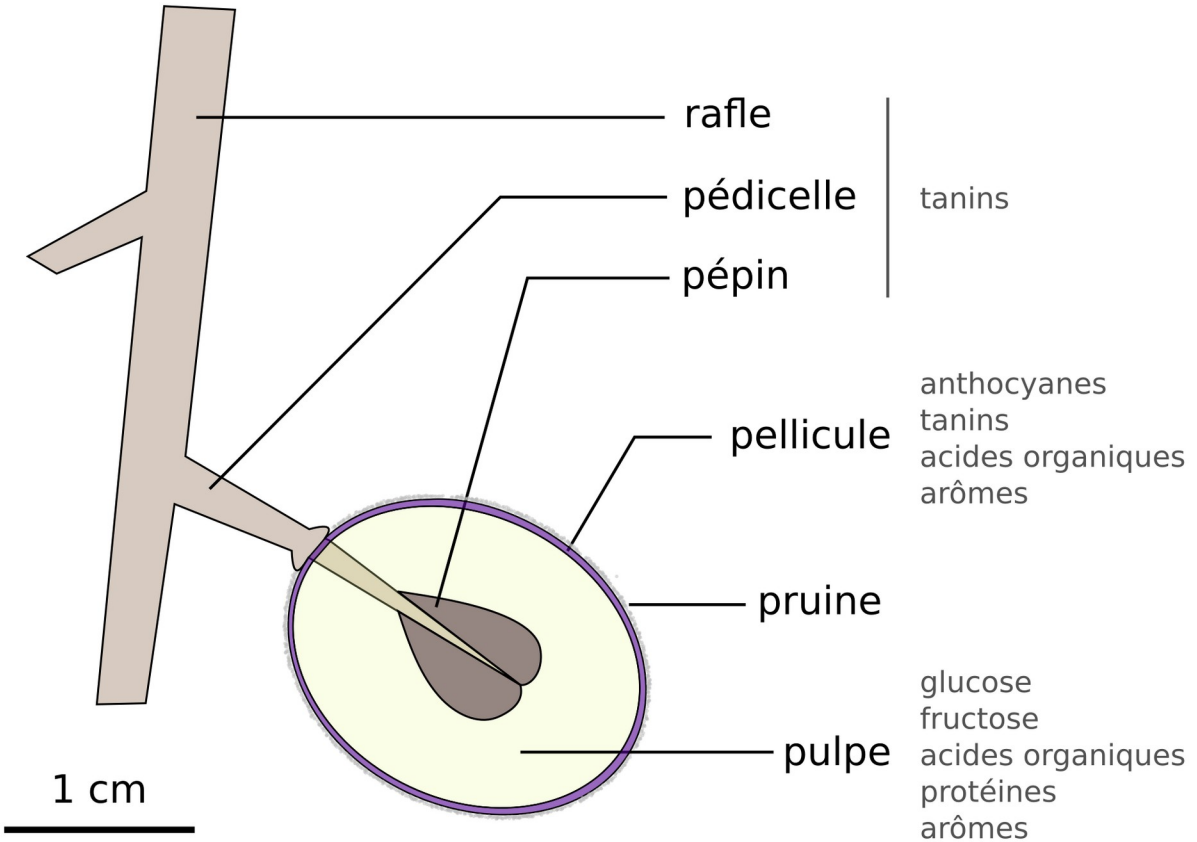
La vigne, généralités

Les fruits

Les fruits se développent sous forme de grappe.

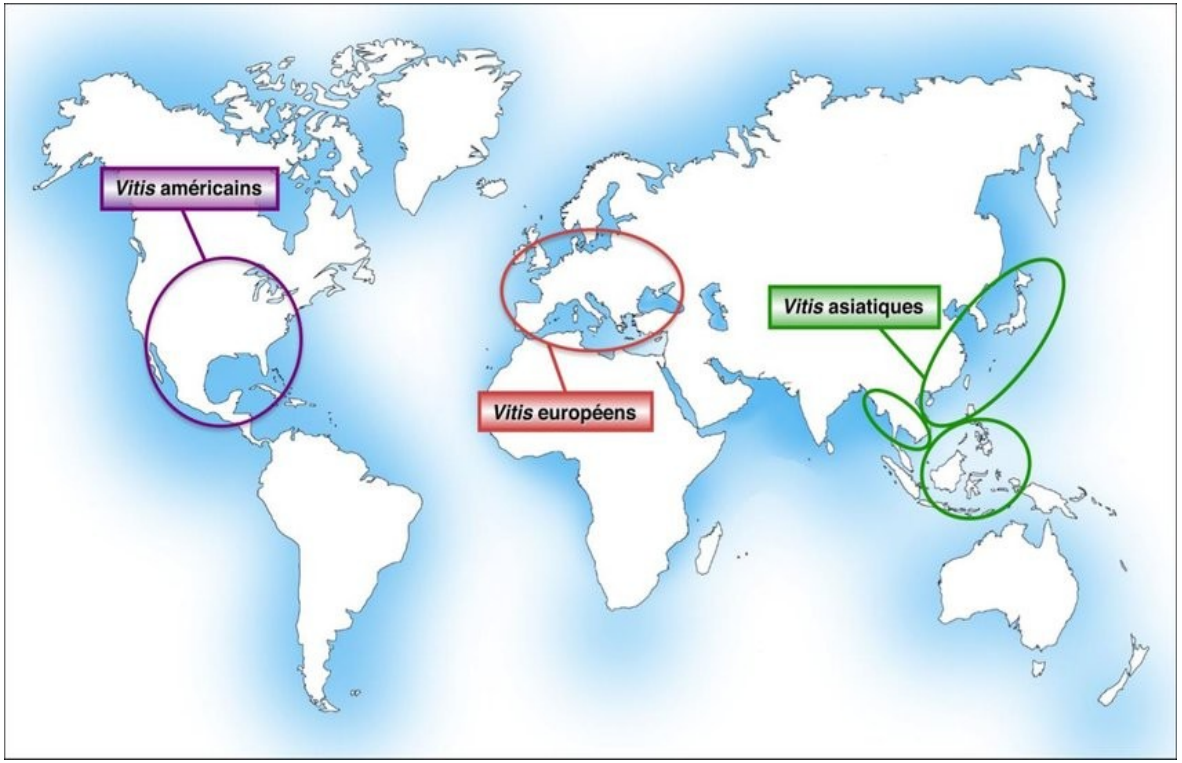
Les baies sont portées par la rafle.





La vigne, généralités

Diversité des Euvitis



Vitis européens:

- une espèce *vitis vinifera*.
- raisin de cuve et de table
- cultivé dans des régions tempérées.
- grande sensibilité aux maladies

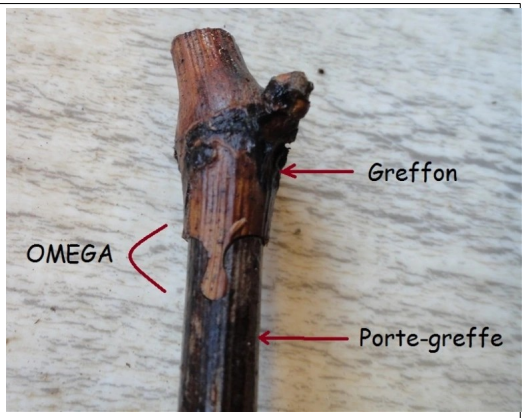
Vitis Américains

- 4 espèces
- résistances multiples,
- production de porte-greffes

Vitis Asiatiques:

- 20 espèces
- une espèce apte à la production : *V.amurensis.*
- résistante au froid (-40°c) et aux maladies
- production de nouvelles variétés

La vigne, généralités



Diversité des Euvitis pour résister aux maladies

Les maladies qui affectent *vitis vinifera* proviennent en majeur partie du continent américain.

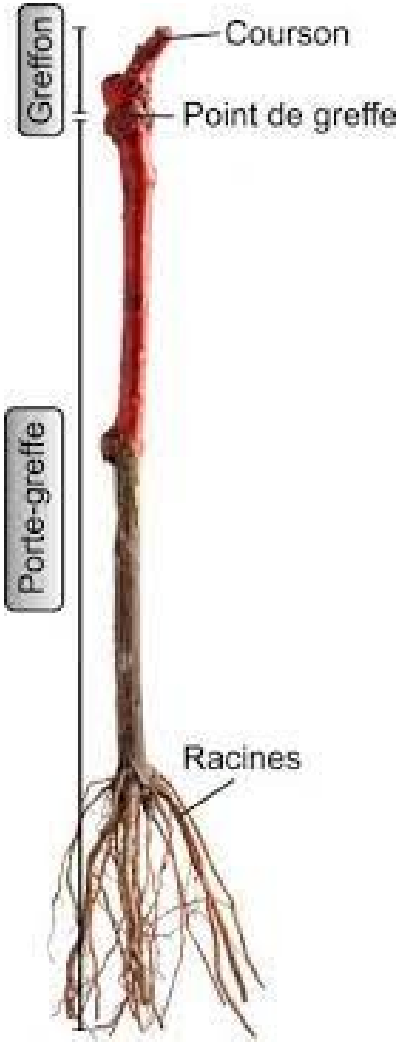
Crise du phylloxéra (fin du XIX siècle)

- Invasion par le puceron du phylloxéra qui détruit une grande partie du vignoble.
- l'utilisation de porte-greffes (plant américains)
- Aujourd'hui tout le vignoble mondial est greffé.

Oidium et mildiou

- Développement de variétés résistantes à partir de l'hybridation.
- Transfert de gènes résistants de variétés américaines ou asiatiques vers viniféra par hybridation.

⇒ Concerver une grande diversité génétique pour le future.



La vigne, généralités

Le développement de la vigne

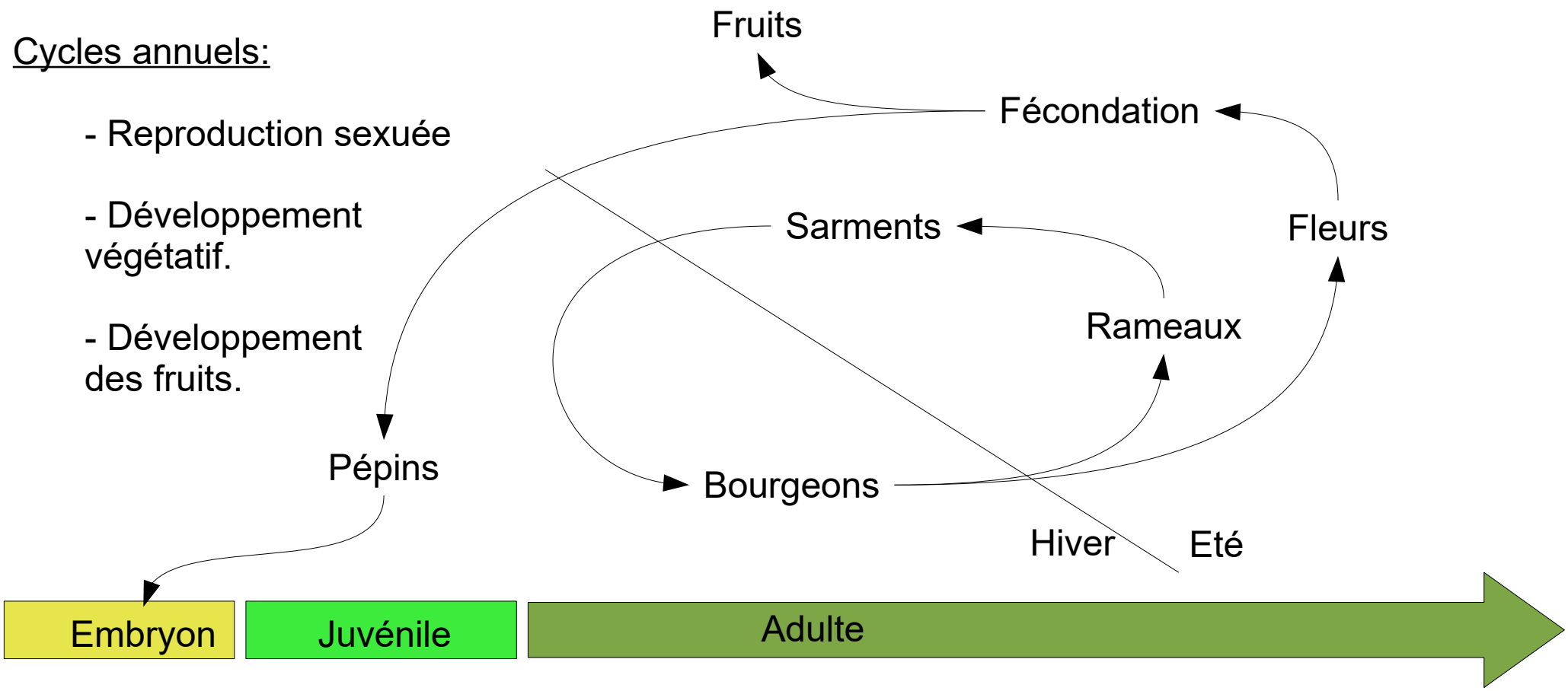
La vigne est une liane qui possède deux cycles de développement: végétatif et reproduction sexuée.

Cycles annuels:

- Reproduction sexuée

- Développement végétatif.

- Développement des fruits.

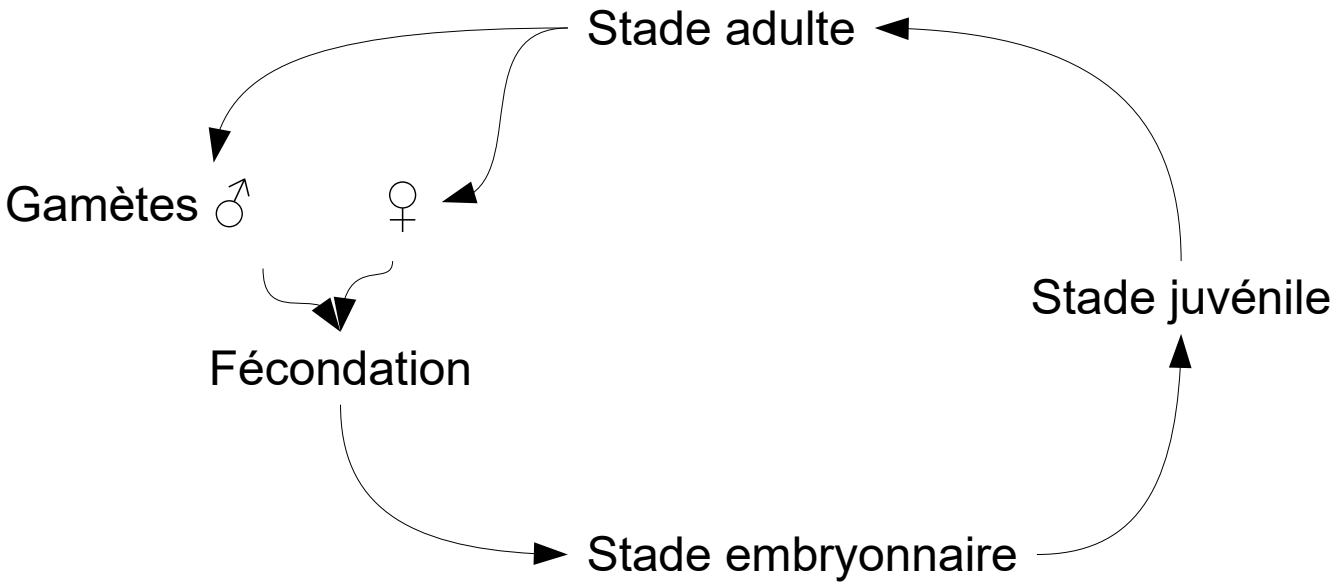


Cycle de reproduction sexuée

Introduction

Le cycle de reproduction sexuée:

- Génère de nouveaux individus génétiquement différents.
- Implique des organes reproductifs.
- Implique une production de fruit.



Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur.

B. La floraison

C. La fécondation

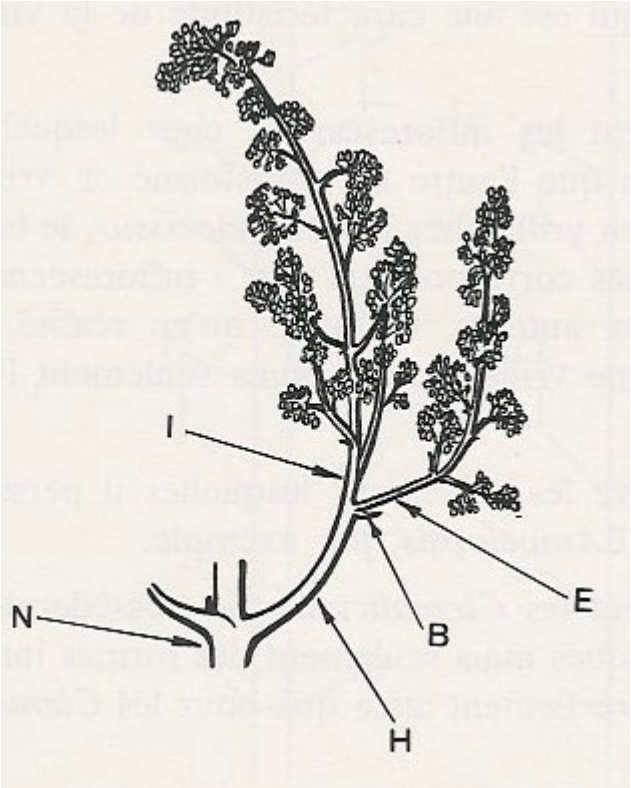
D. Le développement du pépin

E. La maturation du pépin

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur.

1. Les inflorescences.



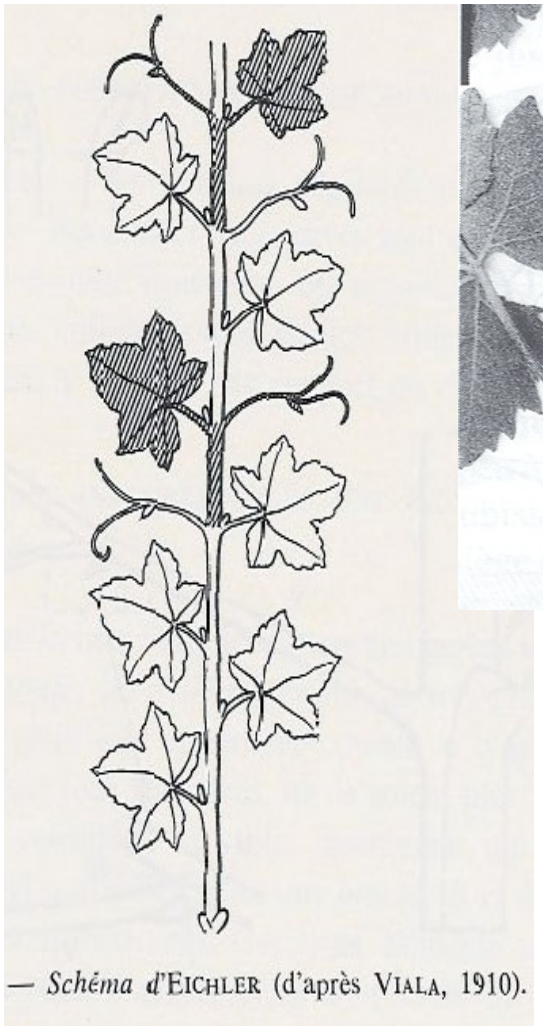
Inflorescence à deux bras
B: Bractée
N : Tige
H : Pédoncule
I et E: Axes interne et externe



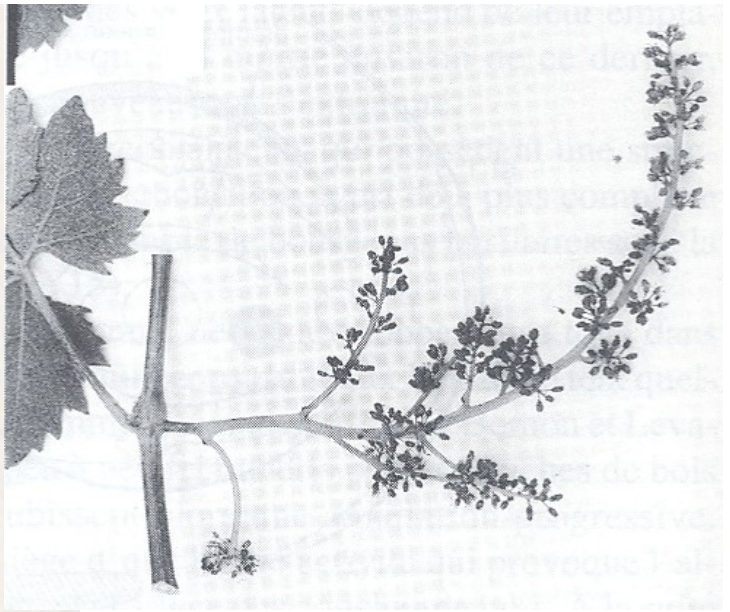
Cycle de reproduction sexuée

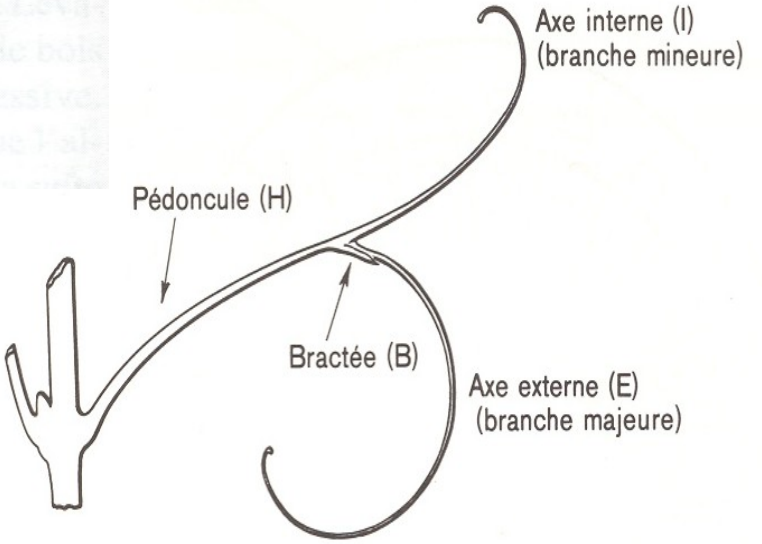
A. L'appareil reproducteur.

1. Les inflorescences.



— *Schéma d'*EICHLER (d'après VIALA, 1910).





— *Vrille.*

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur



2. Les fleurs.

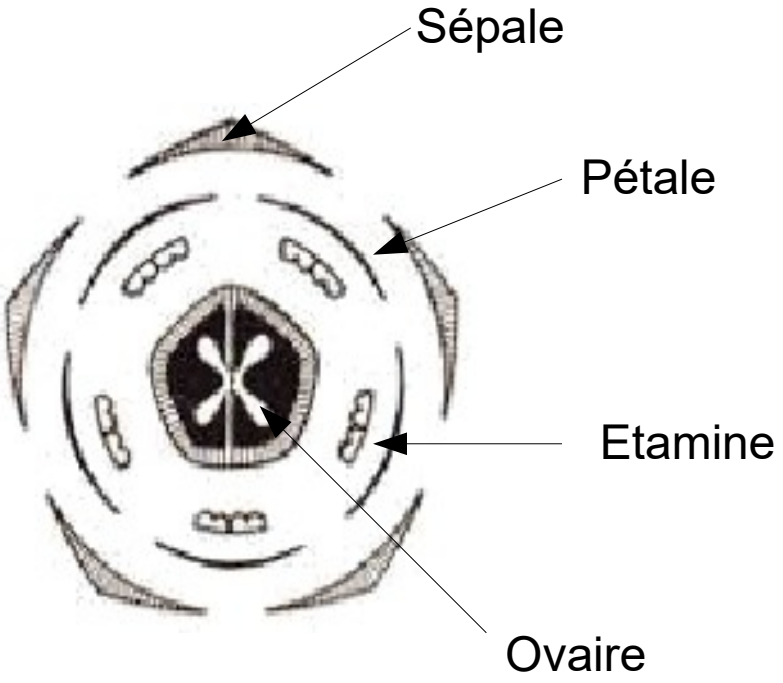
De couleur verdâtre.

De petite taille: - 2mm de diamètre.
- 3 à 4mm de hauteur.

Hermaphrodite en grande majorité.

Structure pentamère
- 5 sépales.
- 5 pétales.
- 5 étamines.
- 4 ovules.

Floraison au stade 16 à 20 feuilles sur le rameau.



Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

2. Les fleurs.

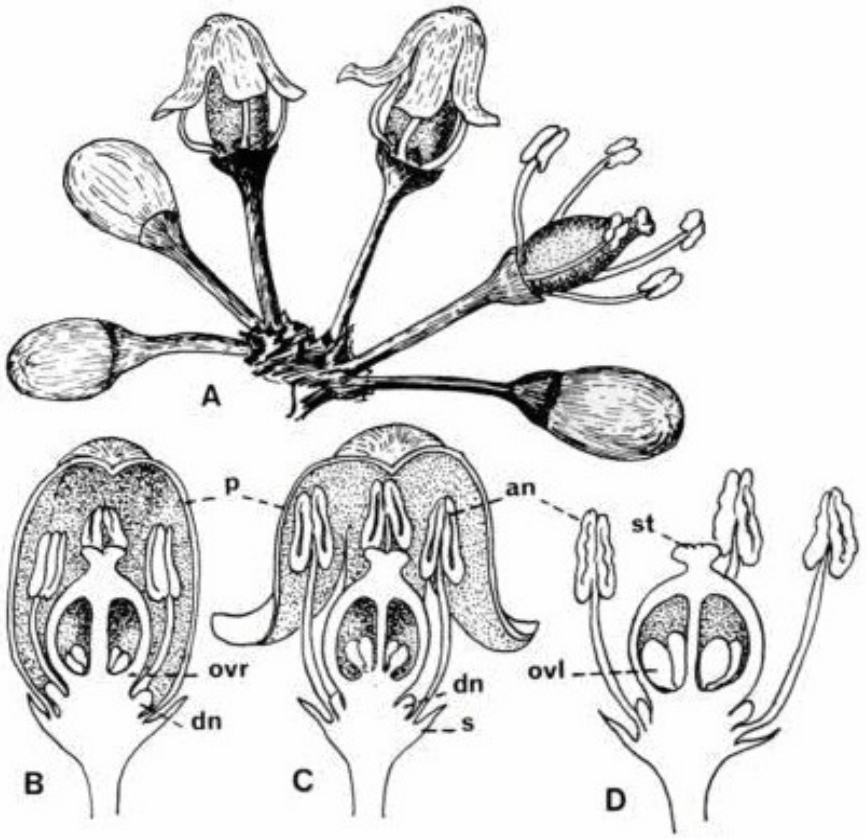


Fig. 88. — Inflorescence de la vigne : A — Divers stades de la chute du capuchon qui protège étamines et ovaire. B, C, D — Sections sagittales dans la fleur, à divers stades de son évolution. an, anthères ; dn, disque nectarifère ; ovr, ovaire ; ovl, ovules ; p, pétales soudés formant le capuchon ; s, sépales ; st, stigmate.



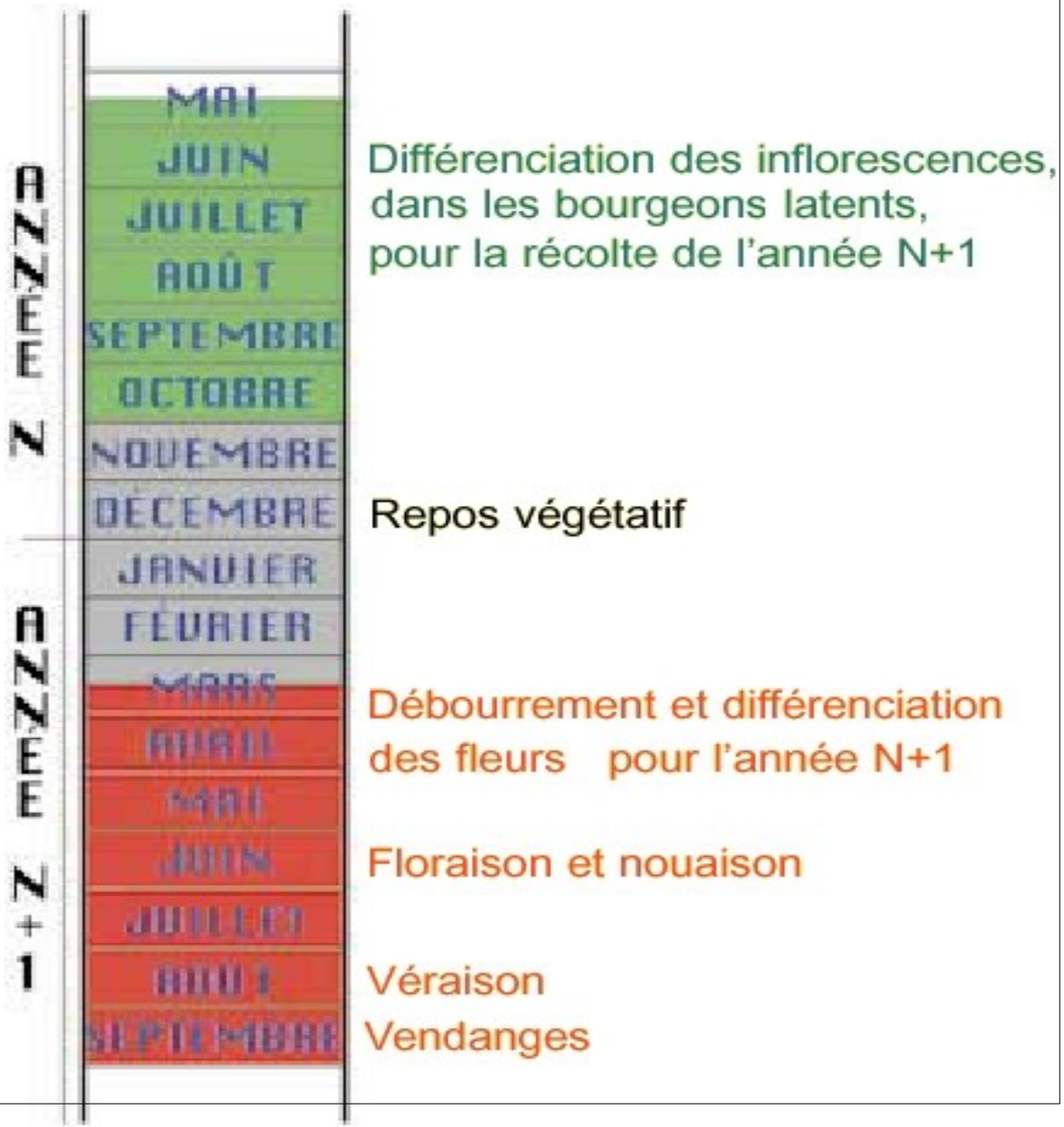
Déhiscence des capuchons (pétales)

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement.

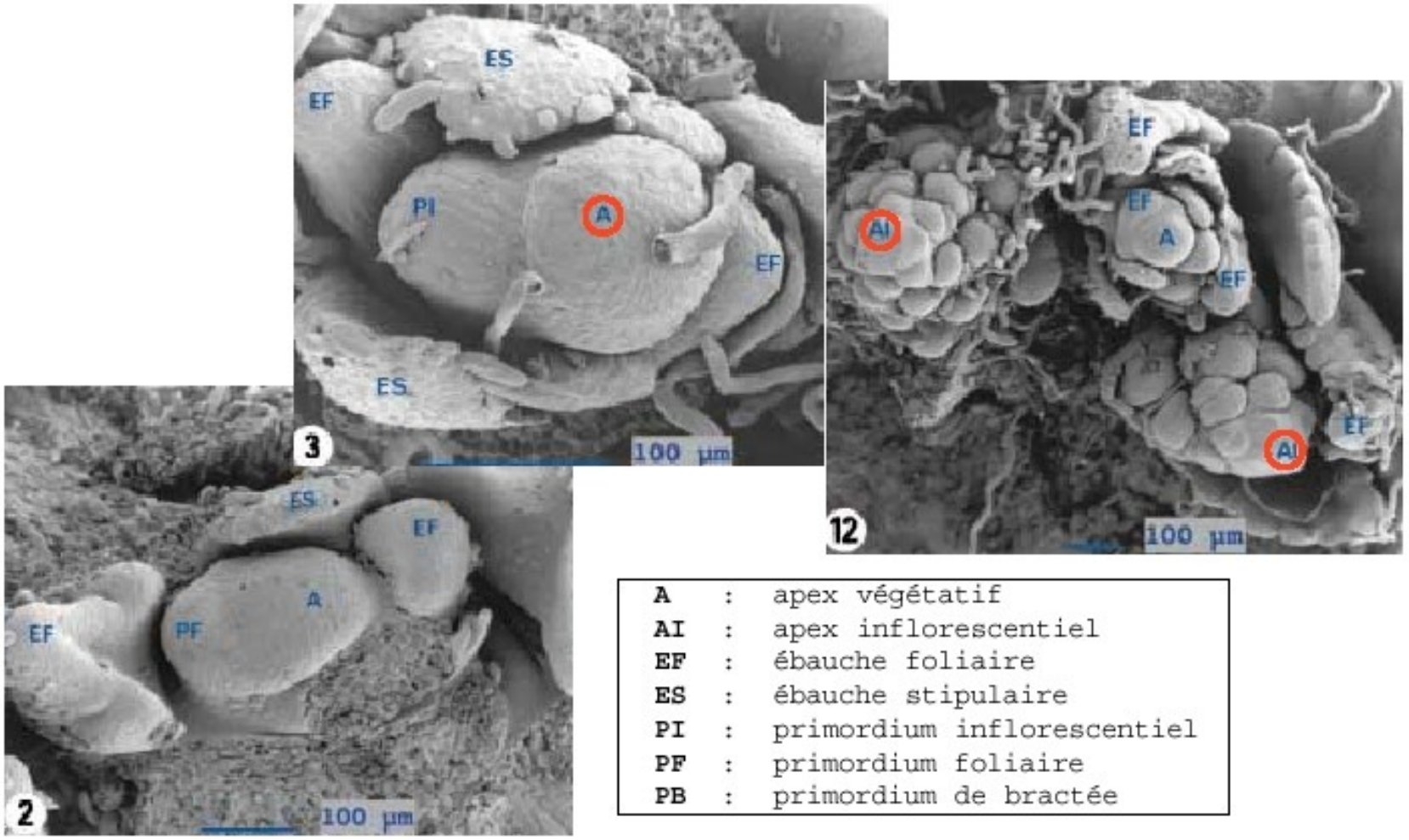
Cycle sur deux années, la production de l'année est en grande partie déterminée l'année précédente.



Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Inflorescence



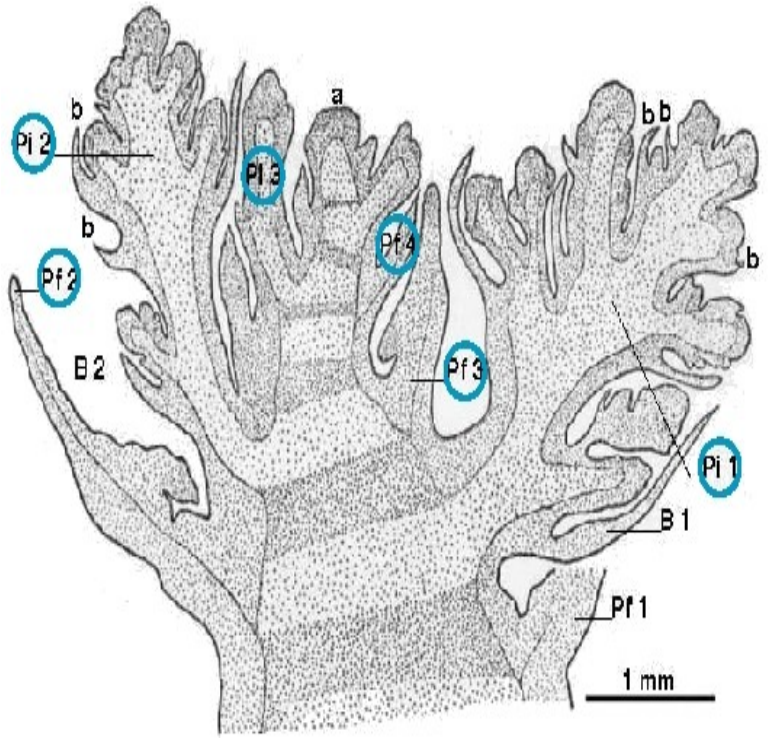
A	:	apex végétatif
AI	:	apex inflorescentiel
EF	:	ébauche foliaire
ES	:	ébauche stipulaire
PI	:	primordium inflorescentiel
PF	:	primordium foliaire
PB	:	primordium de bractée

Développement des inflorescences primordiales dans les bourgeons l'année n-1.

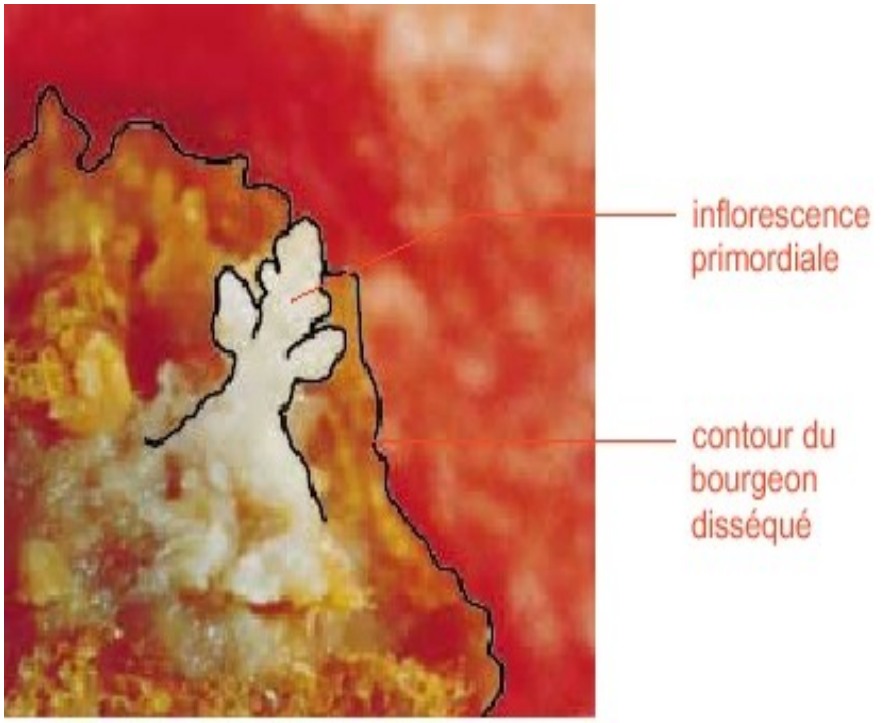
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Inflorescence



Coupe longitudinal d'un bourgeon latent.



Coupe longitudinal d'un bourgeon latent.

Différenciation des inflorescences dans les bourgeons latents l'année n-1.

- Pendant la floraison de l'année n-1.
- 3 ou 4 ébauches foliaires avant la première inflorescence primordiale.
- De 1 à 3 ébauches d'inflorescences, ensuite ce sont des vrilles.

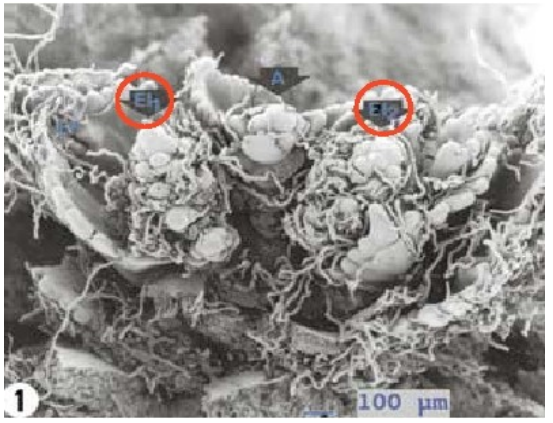
Cycle de reproduction sexuée

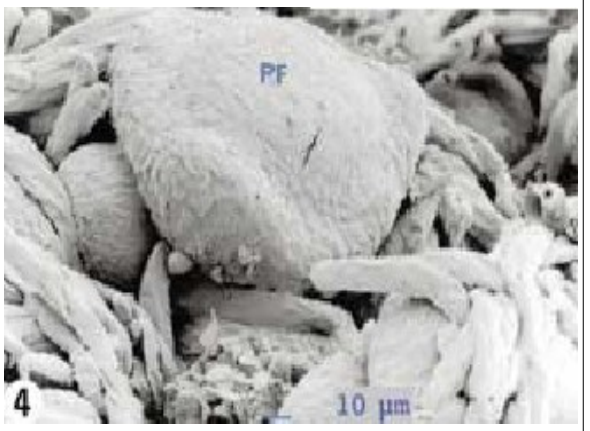
A. L'appareil reproducteur

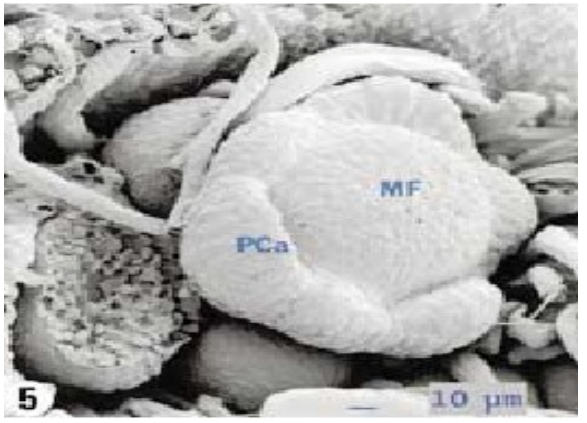
3. Développement : Fleurs

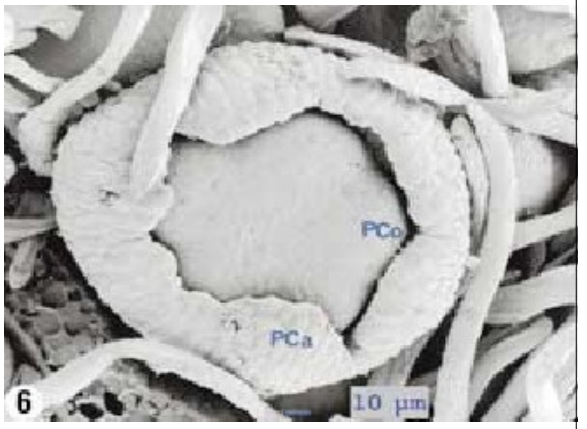


Le développement de la fleur commence à partir du débourrement et se termine par la floraison au stade 16 à 20 feuilles.









Différenciation des boutons floraux au début du débourrement de l'année n.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants de la fertilité

La fertilité est définie par le nombre d'inflorescence primordiale que contient le bourgeon.

Les facteurs déterminants de la fertilité des bourgeons:

- Spécificité du cépage.

- Rang du bourgeon sur le rameau.

- La vigueur.

- Conditions climatiques:
    - la température
    - la luminosité
    - la longueur du jour.

- La taille.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

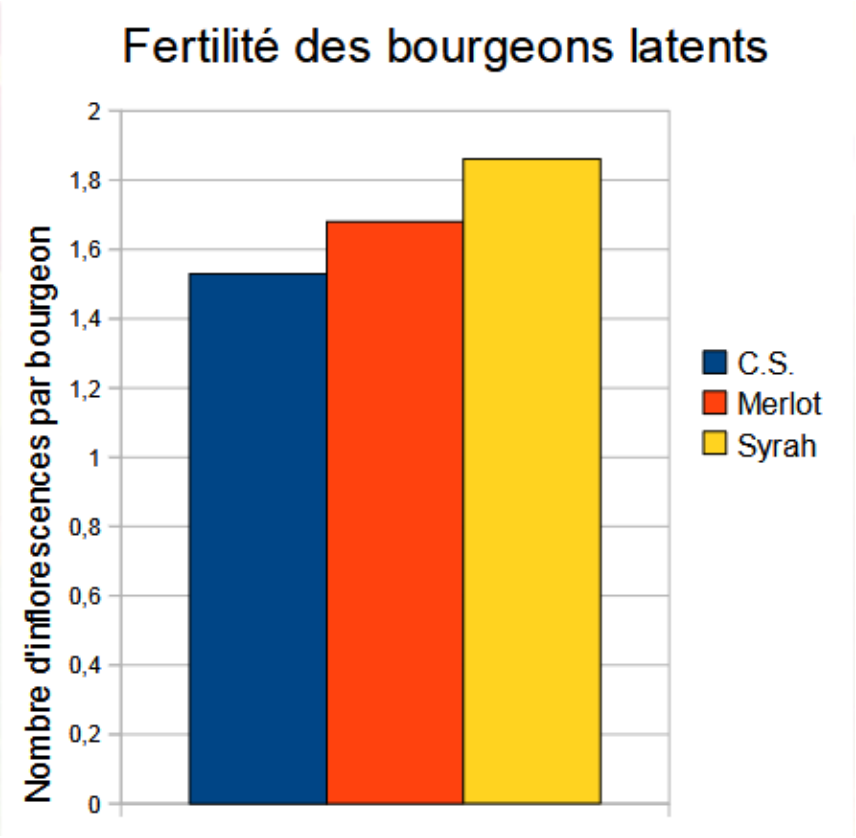
3. Développement : Déterminants de la fertilité

a. Spécificité du cépage

La fertilité varie suivant les cépages:

En moyenne sur les bourgeons latents de rang 1 à 12, on obtient:

- Cabernet sauvignon :1,53 Inf / Bour
- Merlot: 1,68 Inf/ Bour
- Syrah : 1,86 Inf / Bour



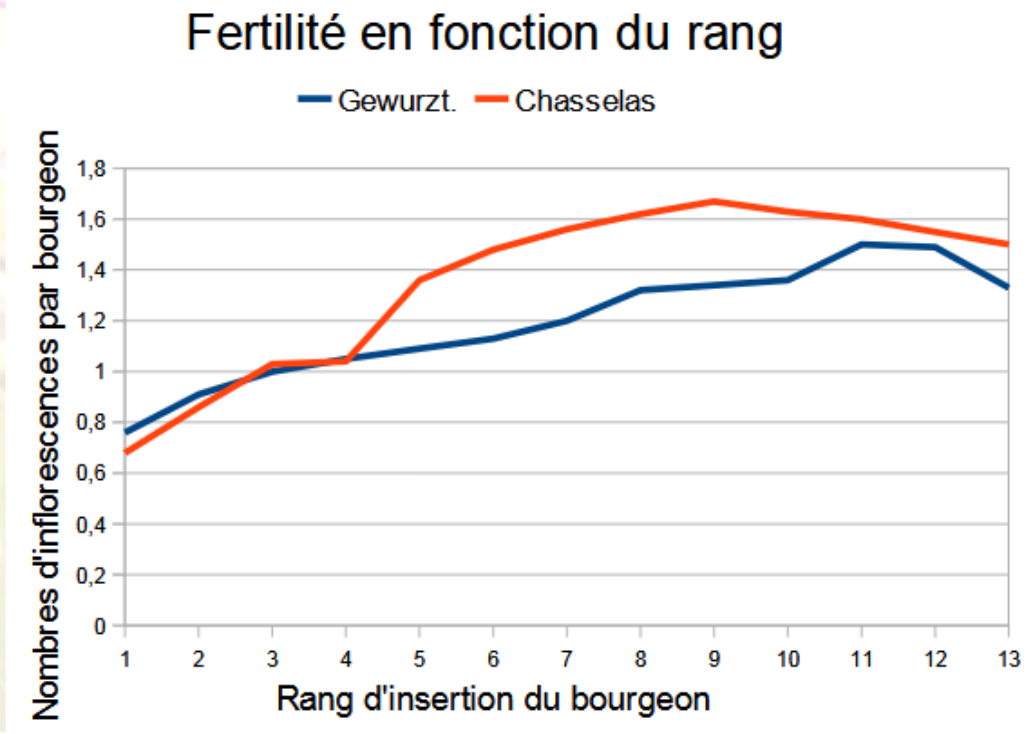
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants de la fertilité

b. Rang sur le sarment

La fertilité des bourgeons est différente suivant leur position sur le sarment.





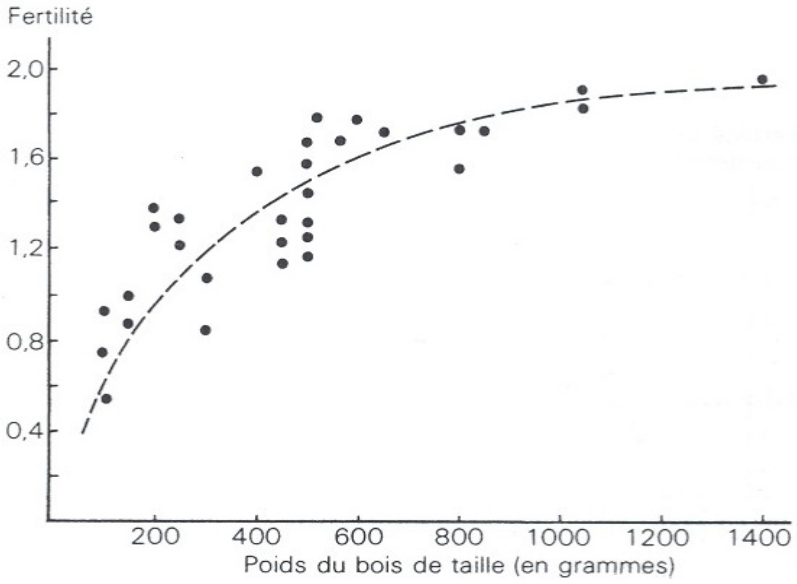
Autre exemple : les trois premiers bourgeons de la Sultamine sont quasiment stériles.

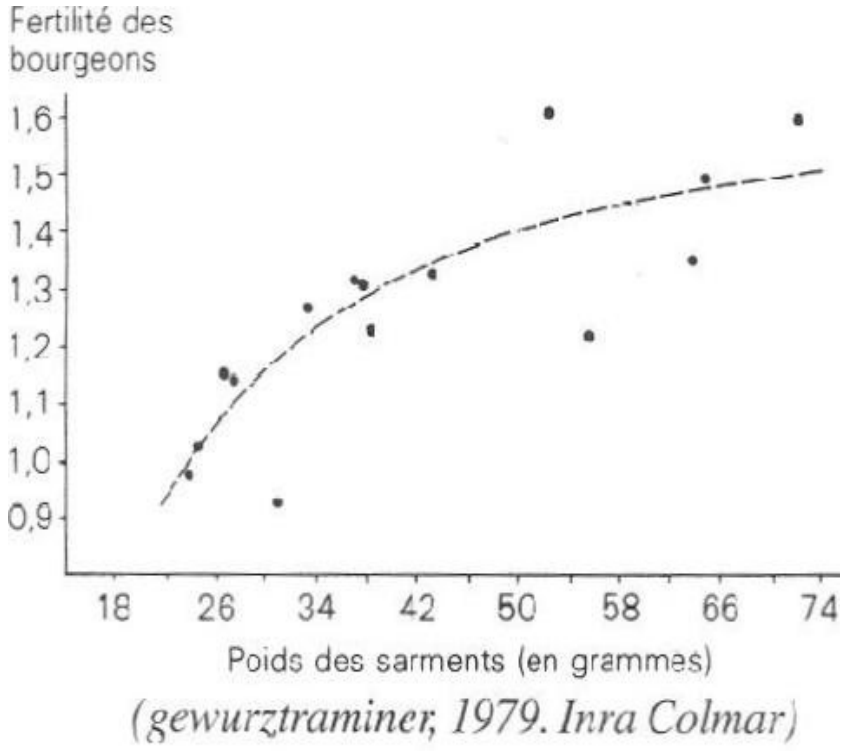
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants de la fertilité

c. La vigueur





(gewurztraminer, 1979. Inra Colmar)

Corrélation positive entre la vigueur de la plante et sa fertilité. La fertilité dépend plus spécifiquement de la vigueur du rameau qui porte le bourgeon.

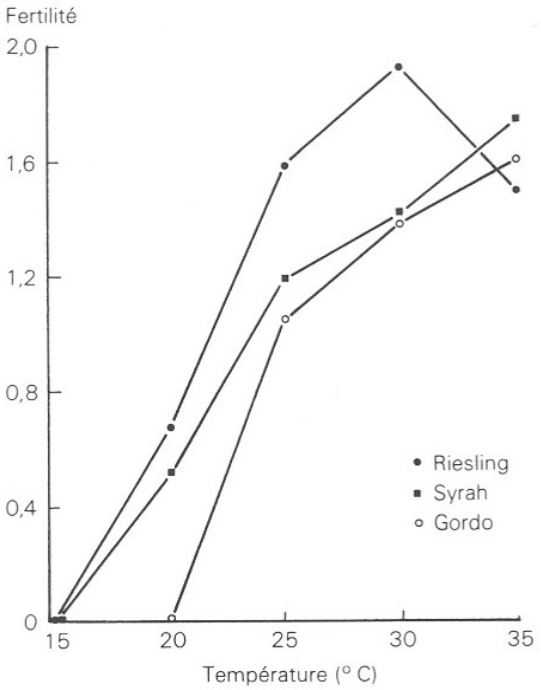
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : *Déterminants de la fertilité*

d. Les conditions climatiques: la température

Influence de la température durant l'initiation florale sur la fertilité des bourgeons.



L'initiation florale est très dépendante des températures:

- Pas d'initiation florale à moins 15°C
- Fertilité augmente avec la température de 15 à 30°C
- Certains cépages sont sensibles aux excès de température.

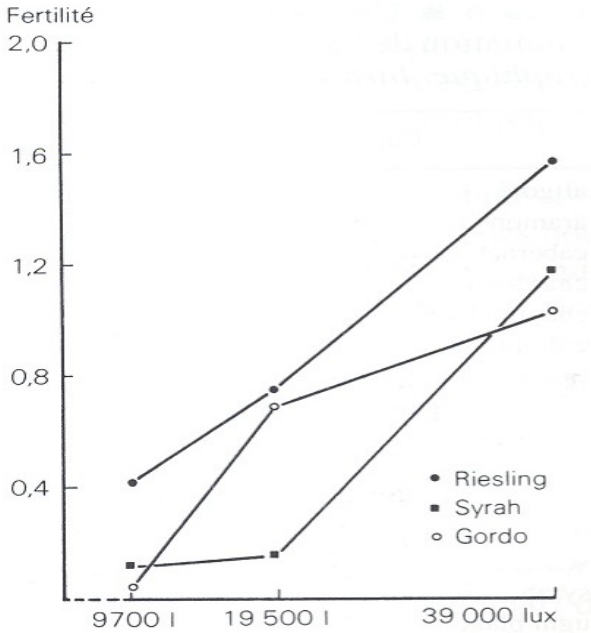
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants de la fertilité

d. Les conditions climatiques : Intensité lumineuse

Influence de l'intensité lumineuse sur la fertilité des bourgeons.



Corrélation positive entre l'intensité lumineuse et la fertilité des bourgeons.

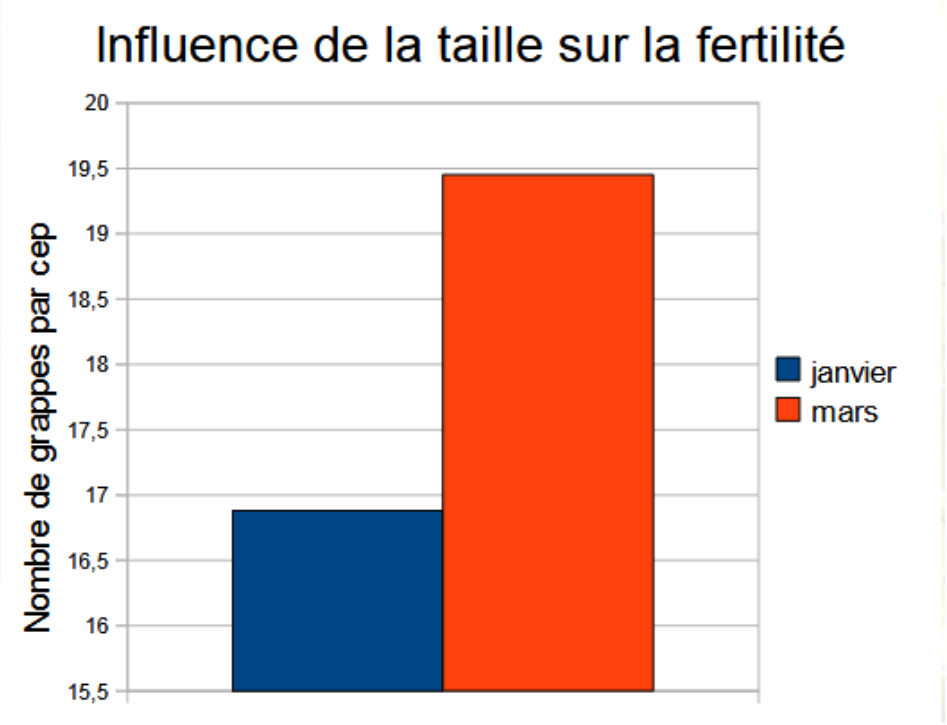
- Le Riesling montre une plus grande sensibilité à la lumière.
- Réaction spécifique de chaque variété.
- L'initiation florale est sensible à l'exposition directe des bourgeons.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants de la fertilité

e. La taille



L'étude de Ravaz sur l'Aramon montre que le nombre d'inflorescences n'est pas totalement déterminé au moment de l'entrée en dormance des bourgeons.

Cycle de reproduction sexuée

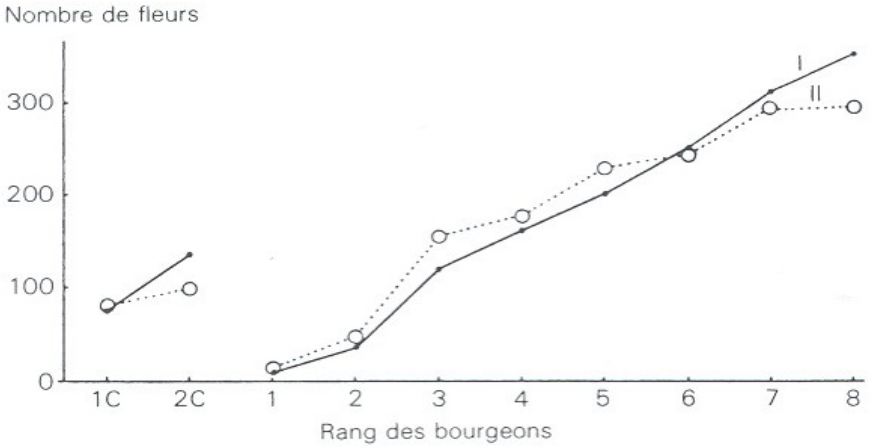
A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants du nombre de fleur.

a. La taille

Les rameaux provenant des bourgeons 1 et 2, produisent beaucoup plus de fleur lorsqu'ils proviennent d'un courson.

Sur les longs rameaux, le nombre de fleur varie avec le rang d'insertion.



■ Fertilité du chardonnay exprimée en nombre de fleurs par bourgeon en fonction du rang d'insertion des bourgeons *(Bessis, 1965)*.
1C, 2C : coursons à 2 yeux. 1 à 8 : branches à fruits de 8 yeux

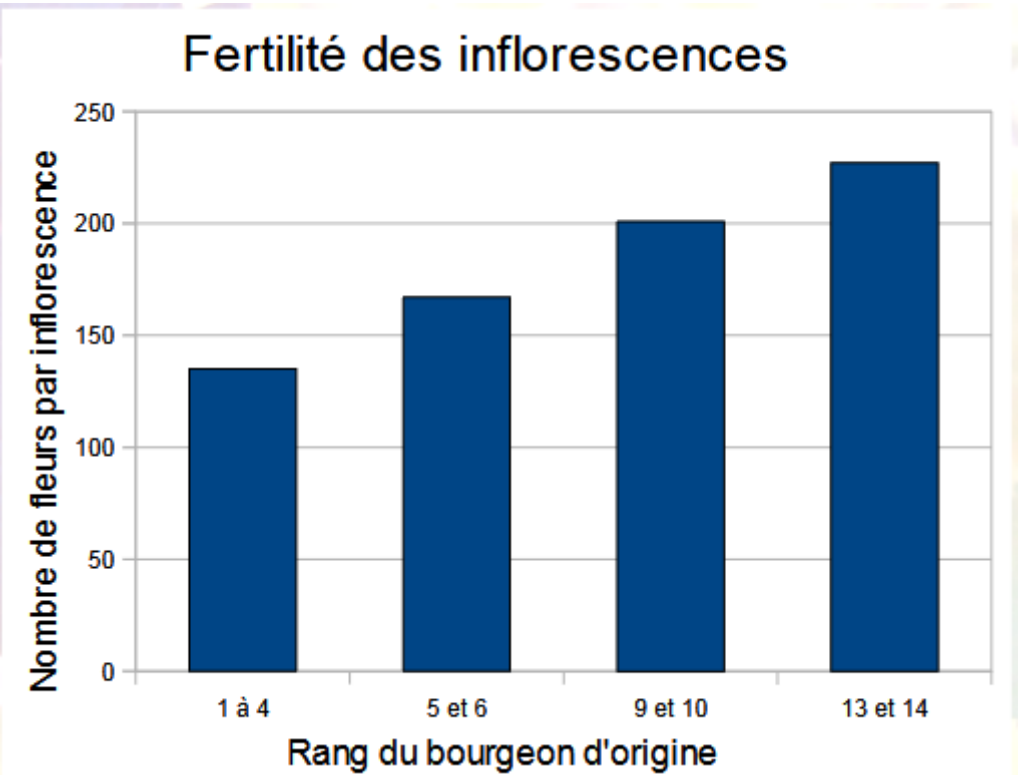
Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : *Déterminants du nombre de fleur.*

b. Le rang sur le sarment

Comptage, sur le Riesling, du nombre de fleur par inflorescence de même rang sur des rameaux de rangs différent.



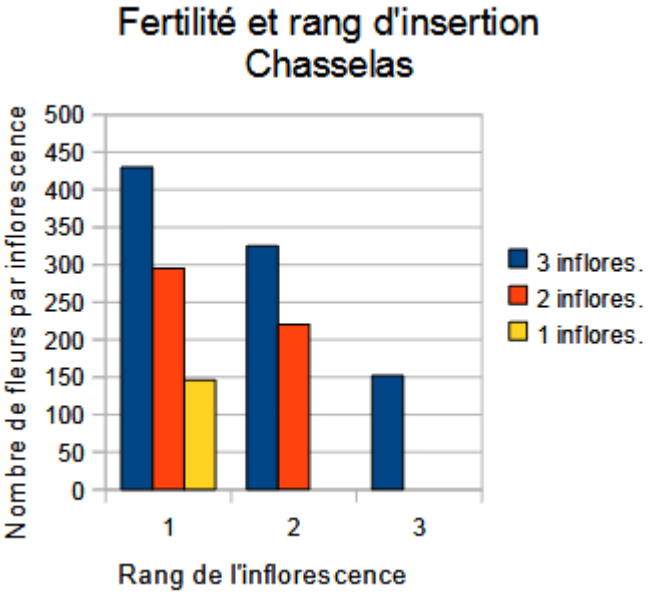
Le nombre de fleur par inflorescence augmente avec le rang d'insertion des rameaux sur le sarment, ce jusqu'aux rangs 12 à 15.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : Déterminants du nombre de fleur.

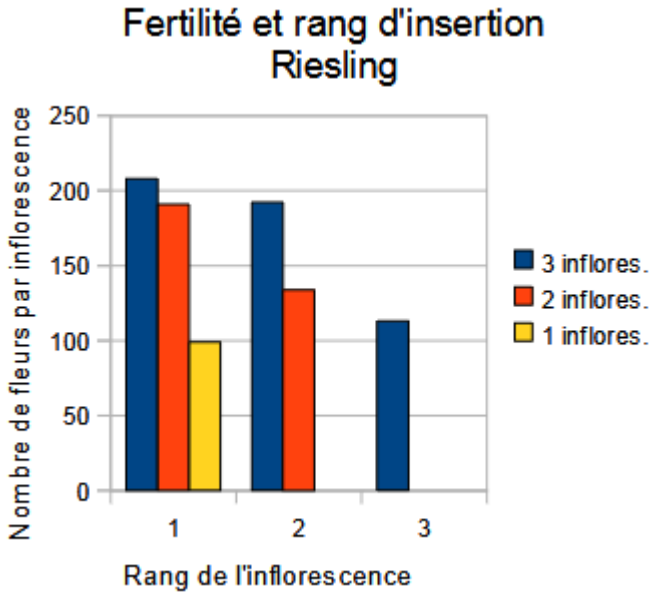
c. Le rang sur le rameau.



Sur un même rameau, il peut y avoir 1,2 ou 3 inflorescences.

Les rameaux qui ont plusieurs inflorescences sont les plus fertiles.

Les premières inflorescences sont toujours les plus développées et possèdent le plus de fleurs.



Une inflorescence peut commencer son ébauche qu'à partir du moment ou la précédente a atteint un certain seuil de développement.

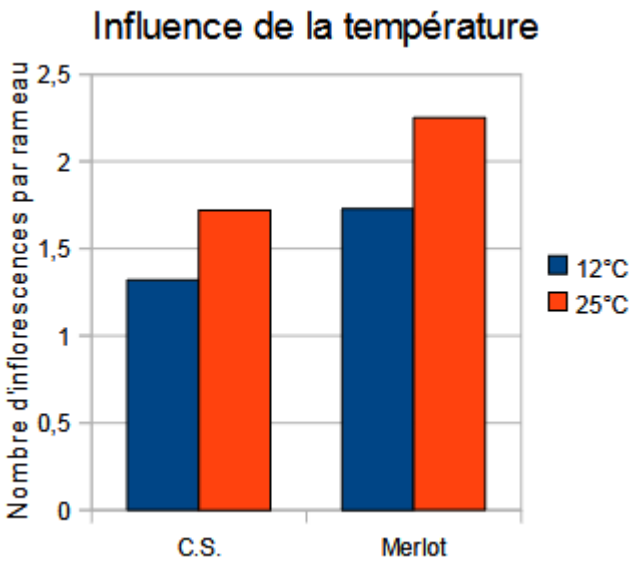
L'initiation de l'ébauche au rang supérieur ne limite pas le développement du primordium floral inférieur.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

3. Développement : *Déterminants du nombre de fleur.*

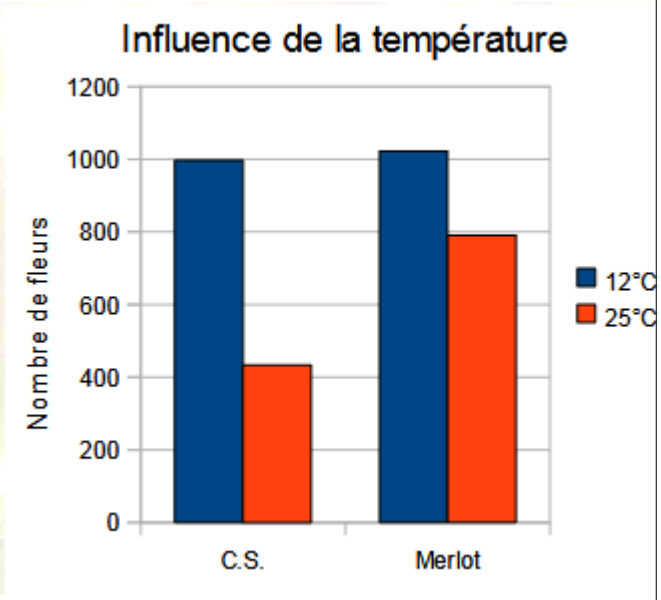
d. Influence des températures printanières.



La température est fixée à 12°C ou 25°C, durant les phases de pré-débourrement et post-débourrement.

C'est-à-dire quelques jours avant le débourrement jusqu'à l'apparition de la troisième inflorescence.

Les températures élevés stimulent la production d'inflorescences au détriment de la production de fleur.



La différenciation des fleurs nécessite des températures supérieures à 12°C.
Il existe une concurrence entre la croissance des différents organes herbacés et la production de fleur.

Cycle de reproduction sexuée

A. L'appareil reproducteur

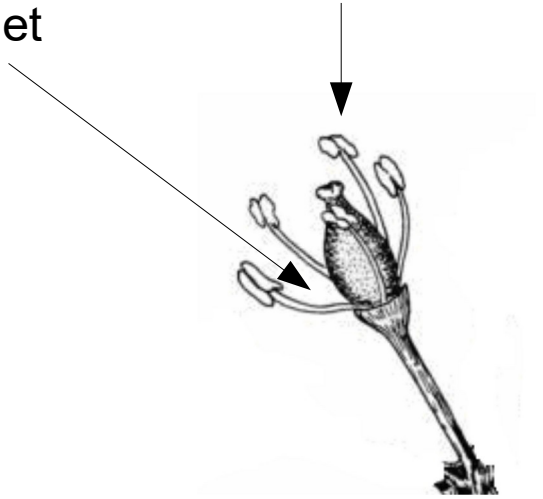
4. Les organes reproducteurs : L'androcée

Etamines (5)



Anthère ou sac pollinique (2)

Filet

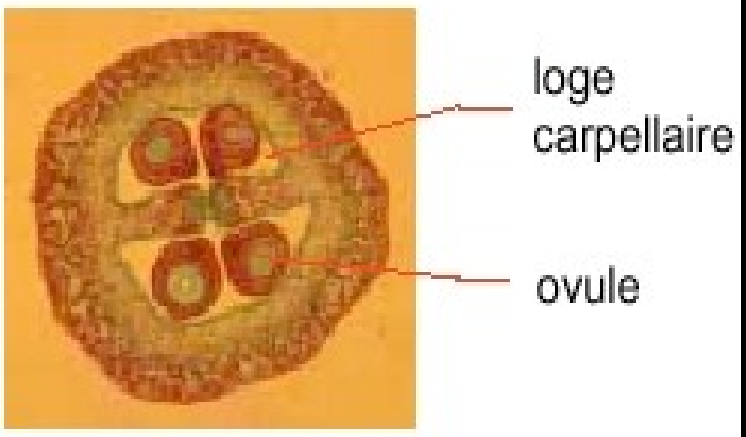


Cycle de reproduction sexuée

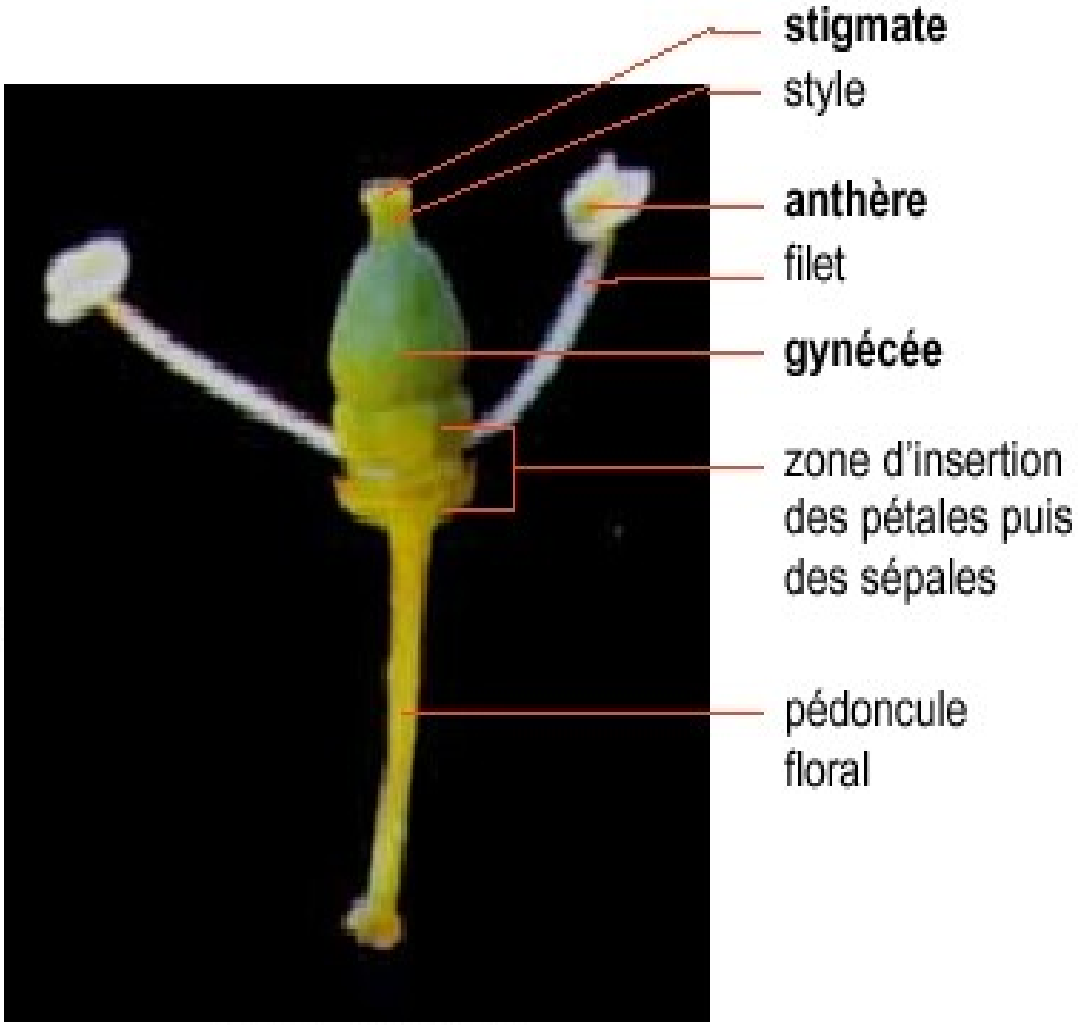
A. L'appareil reproducteur

5. Les organes reproducteurs : Le gynécée

Il comprend deux carpelles qui renferment chacun deux ovules.



Coupe transversale du gynécée

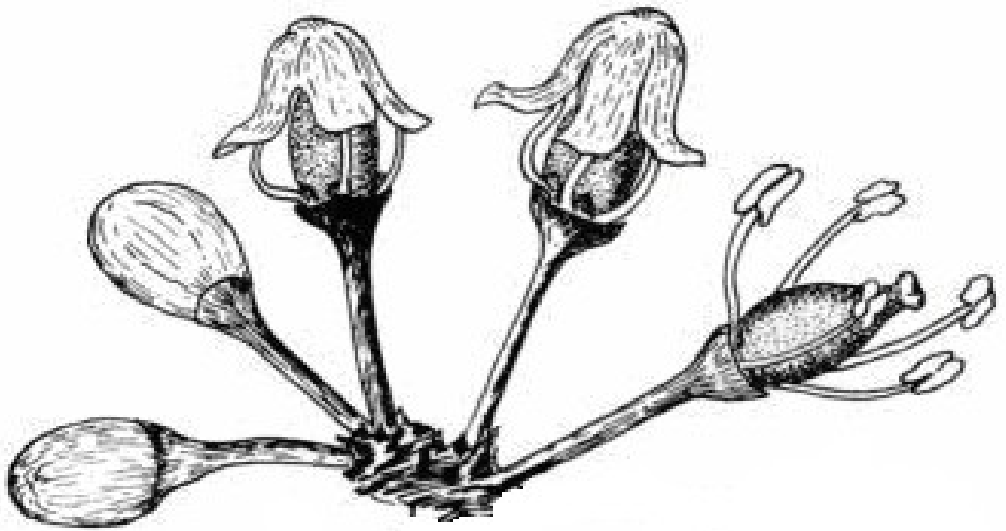


Fleur disséquée

Cycle de reproduction sexuée

B. La floraison

Commence avec l'ouverture de la corolle à la base. L'allongement des filets des étamines permet l'expulsion du capuchon. La séparation de la corolle se déroule rapidement, en quelques minutes.



Cycle de reproduction sexuée

B. La floraison

La floraison est essentiellement dépendante des températures.

Peyer et Koblet ont montré pour le Müller-Thurgau:

- Floraison à 182°C/ jrs en base 15°C de la température à 12h.
- En 21 ans les variations ont été de +/-2,29°C.
- La floraison a été obtenue entre 36 et 71 jours après le débourrement.

En France, les travaux de l'INRA de Colmar sont faits en base 10°C.

Températures moins élevés pour les cépages précoces.

En climat chaud la floraison est plus homogène.

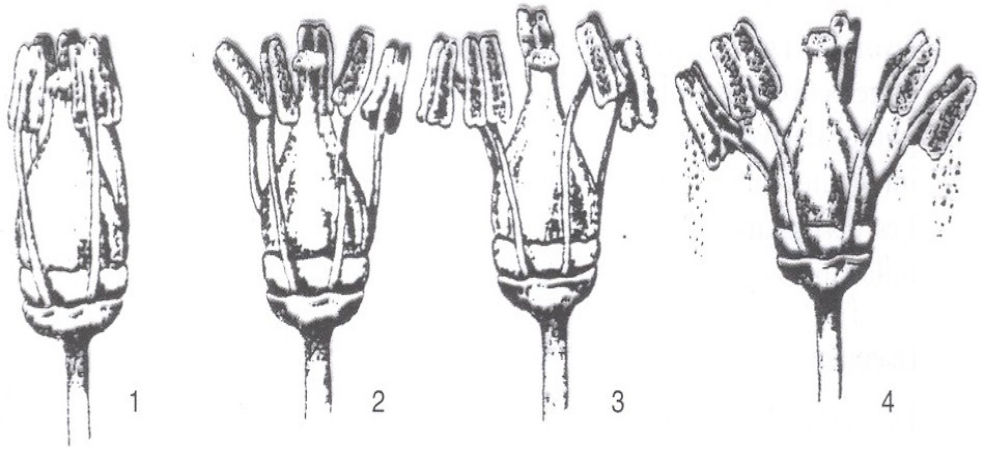
Cépages	Températures
Riesling	504
Syrah	538
Grenache	564
Carignan	547

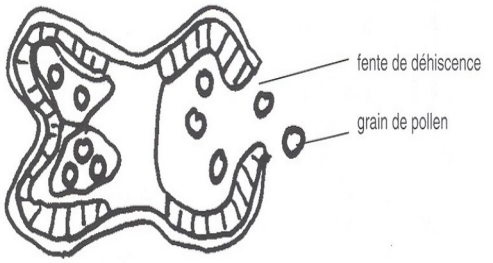
Cycle de reproduction sexuée

C. La fécondation

1. La pollinisation

- Expulsion du capuchon par les étamines.
- Ouverture brusque des anthères (nuage de pollen).
- Le stigmate fonctionnel avant l'ouverture des anthères.
- Réception du pollen sur le stigmate garni de suc.
- Pollinisation autogame est la plus fréquente.





Cycle de reproduction sexuée

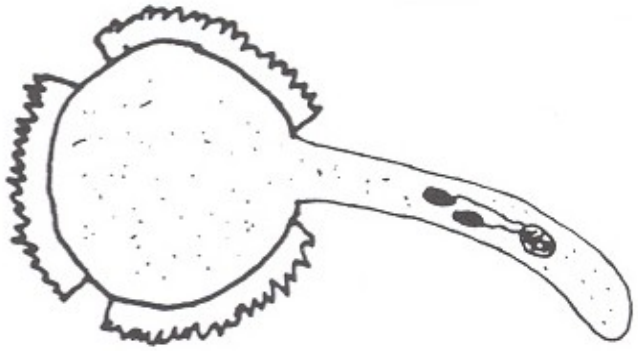
C. La fécondation

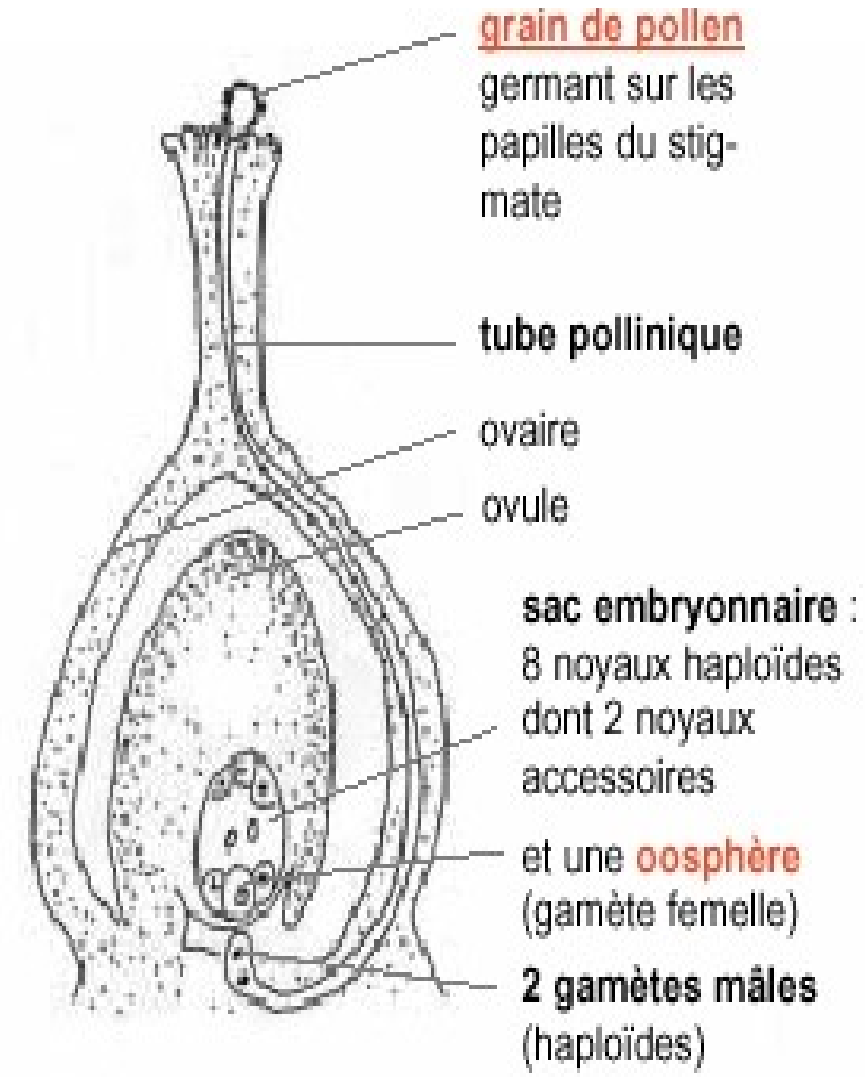
2. La germination du pollen

- Le grain de pollen se gorge d'eau.
- Formation du tube pollinique au travers d'un pore.
- Croissance du tube pollinique dans les tissus ovariens.
- Ultime division cellulaire: forme les deux gamètes.
- Concentration du cytoplasme à l'extrémité du tube.
- Mécanismes de reconnaissance moléculaire.



Grain de pollen
et son tube pollinique



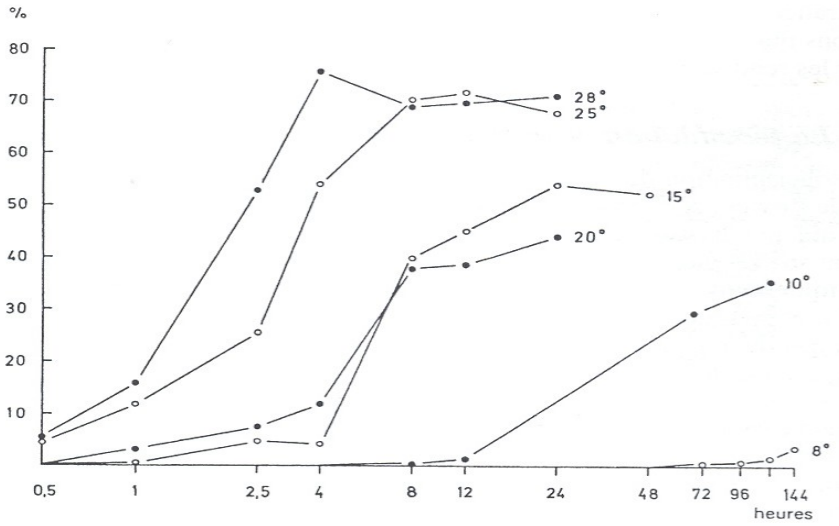


Cycle de reproduction sexuée

C. La fécondation

2. La germination du pollen : Conditions de la germination

Optimum de germination du pollen: 25°C



■ Germination *in vitro* de pollen de *V. rupestris* à des températures entre 8 et 28 °C *(Staudt, 1981)*.

Nutrition minérale:

La présence de bore est indispensable: 15ppm sur le stigmate pour une croissance correcte du tube pollinique.

Produits phytosanitaires:

La bouillie bordelaise est pollinicide. Réduction importante des rendements lorsqu'elle est appliquée au stade floraison.

Cycle de reproduction sexuée

C. La fécondation

3. La fécondation

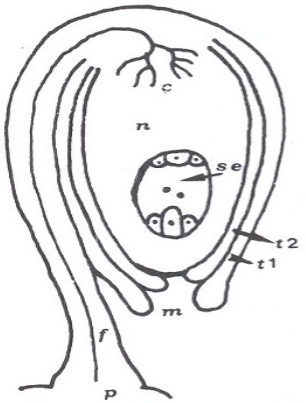
- Le tube pollinique déverse son contenu dans une synergide.

- Le premier anthérozoïde entre dans l'oosphère et la féconde.

- Formation d'un zygote 2n chromosomes: formera l'embryon.

- Le deuxième anthérozoïde fusionne avec les deux noyaux centraux.

- Formation d'un zygote à 3n chromosomes: formera l'albumen.



Structure de l'ovule mature.

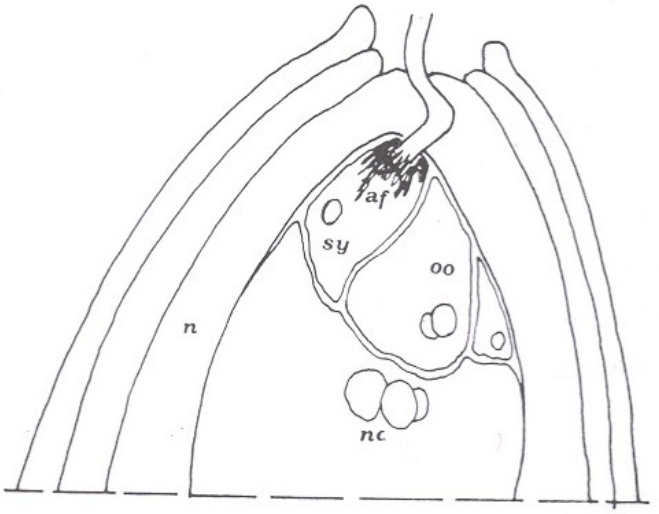


***Fig. 128** : La Double-fécondation (D'après **Dumas & Mogensen**) sy = synergides ; oo = oosphère fécondé ; af = appendice filiforme du synergide ; nc = noyaux fécondés de la cellule centrale ; n = nucelle.*

Cycle de reproduction sexuée

C. La fécondation

3. La fécondation

Dans des conditions optimales la double fécondation se répète 4 fois.
S'il n'y a aucune fécondation la fleur meure et tombe: la coulure.

La parthénocarpie:

- Déclenchée par la présence du pollen sur le stigmate.

- Message induit par le pollen.

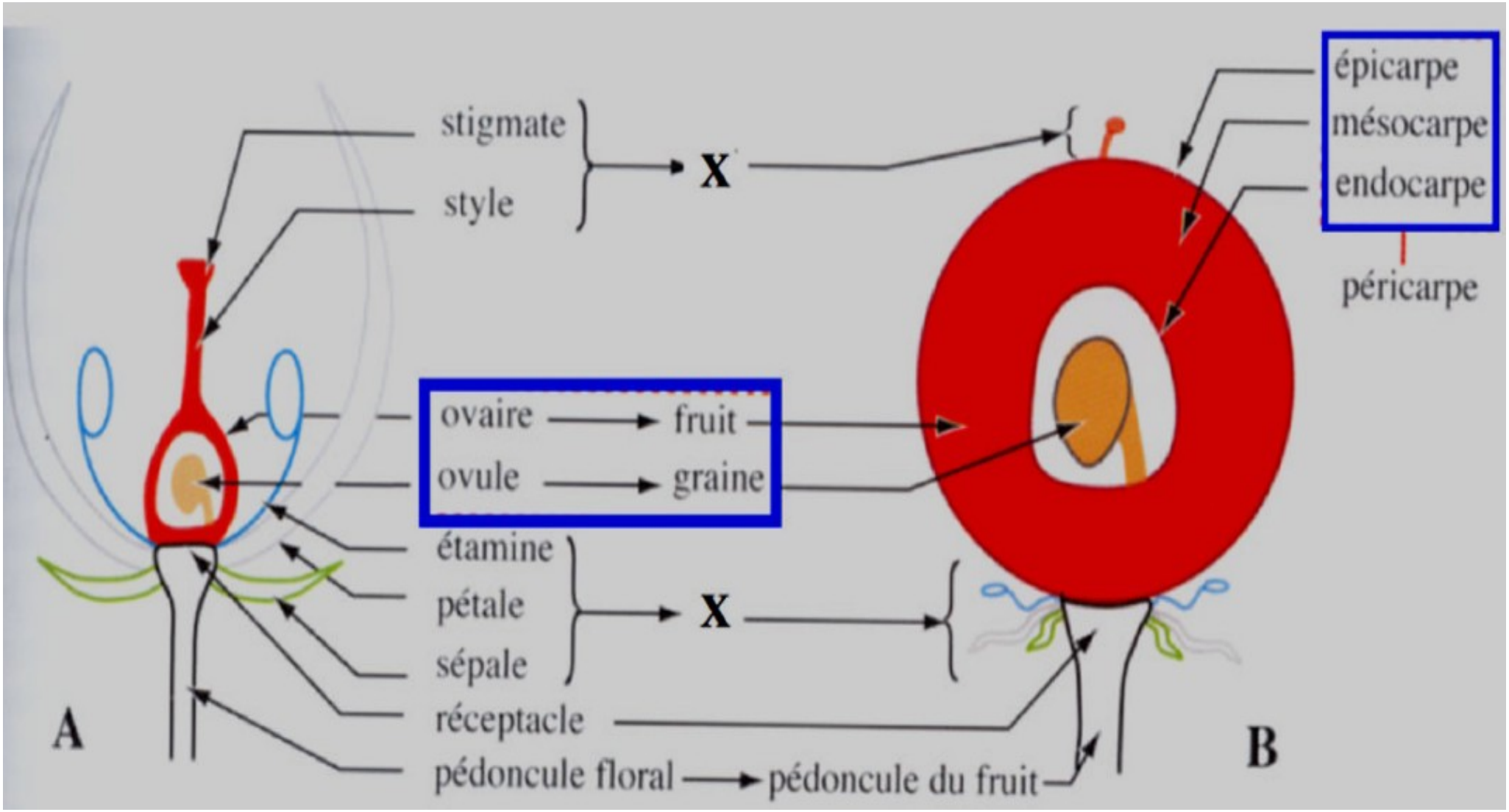
- Formation du fruit en absence de fécondation.
    - le Corinthe noir utilisé pour faire les raisins secs.

- Le millerandage.

Cycle de reproduction sexuée

C. La fécondation

3. La fécondation



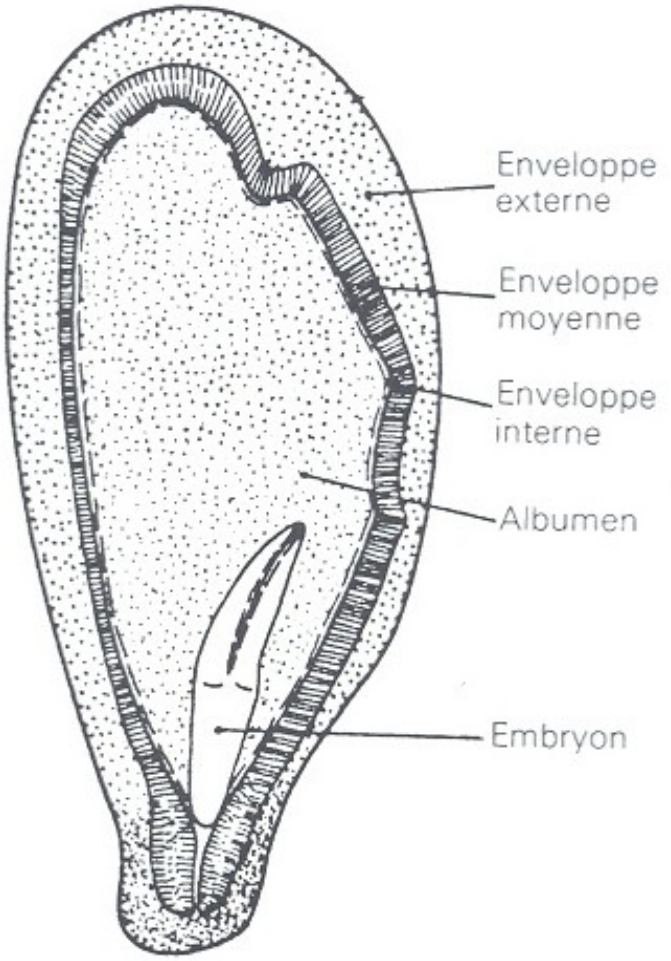
Cycle de reproduction sexuée

E. La maturation du pépin

Le pépin mûrit entre la fécondation et la véraison.
- Activité respiratoire importante.
- Croissance de l'embryon.
- Enveloppe de couleur verte.

Croissance de l'embryon bloquée à la véraison:
- L'embryon est prêt à croître.
- Dormance

Après la véraison:
- Respiration presque nulle.
- Déshydratation du pépin (5% à 10%).
- L'enveloppe change de couleur.



Cycle végétatif de la vigne

Introduction.

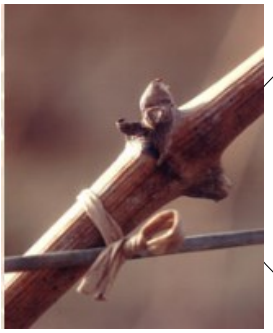
La vigne possède un développement végétatif fortement dépendant des conditions du milieu.

Les variations cycliques des conditions climatiques induisent un développement cyclique de l'appareil végétatif de la vigne.

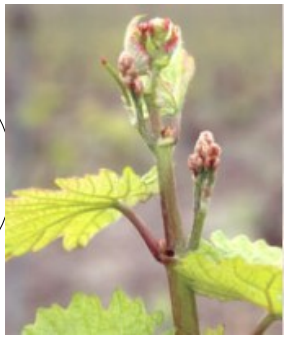
Cela se traduit par :

- Une phase de repos.
- Une phase développement végétatif intense.

Conditions défavorables:
Conservation hivernale



Hiver



Eté

Conditions favorables :
Reproduction végétative

Cycle végétatif de la vigne

A. Structure des rameaux.

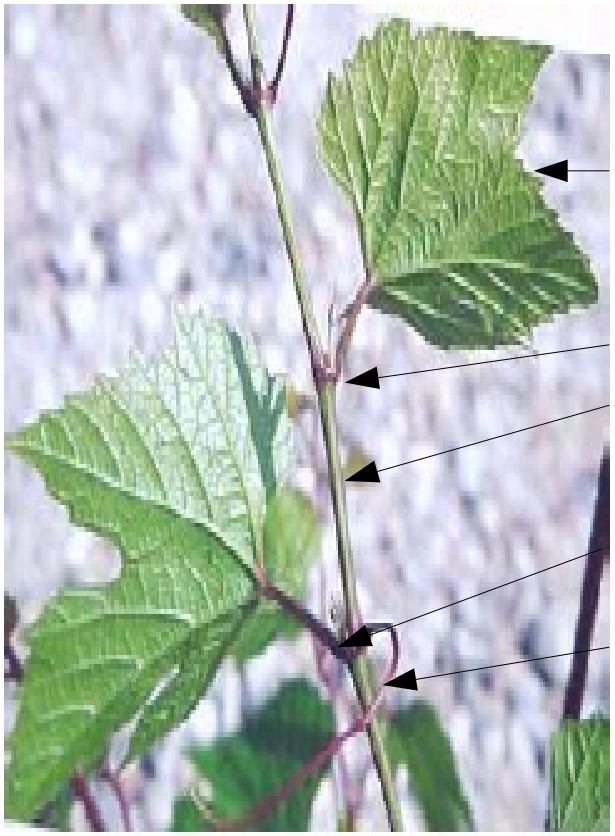
B. Le bourgeon

C. Les rameaux

D. Les racines

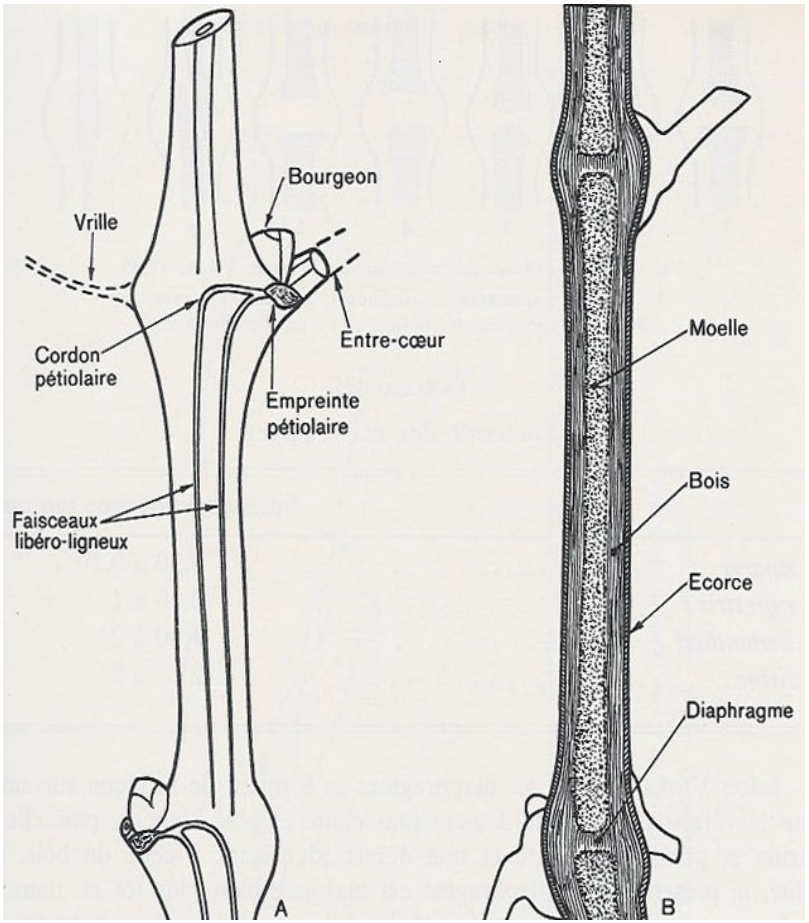
Cycle végétatif de la vigne

A. Structure des rameaux.



L'organe caractéristique du développement végétatif.

Il présente une structure modulaire avec la succession des phytomères.



Phytomère:

- Nœud qui ne s'allonge pas.

- Entre-noeud ne produit pas d'organes latéraux, s'allonge par agrandissement cellulaire.

Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

1. Les différents bourgeons

- Le bourgeon terminal:
  - Assure la croissance du rameau en produisant de nouveaux phytomères.
  - Chute à la fin de la période végétative.

- Le prompt-bourgeon:
  - Formé à l'aisselle du pétiole de la feuille.
  - Capable de se développer l'année de sa formation.
  - Forme les rameaux secondaires.

- Le bourgeon latent :
  - Se développe lentement.
  - Assure la croissance des rameaux de l'année suivante.
  - Complexe de plusieurs bourgeons.
    Le développement du bourgeon principal inhibe les autres (bourgeons latents de la couronne).
  - Complexité variable suivant la position sur le sarment.

Cycle végétatif de la vigne

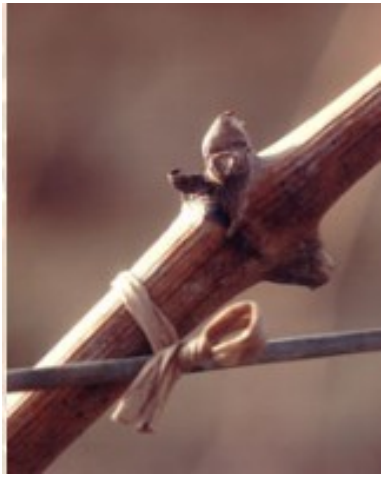
B. Le bourgeon

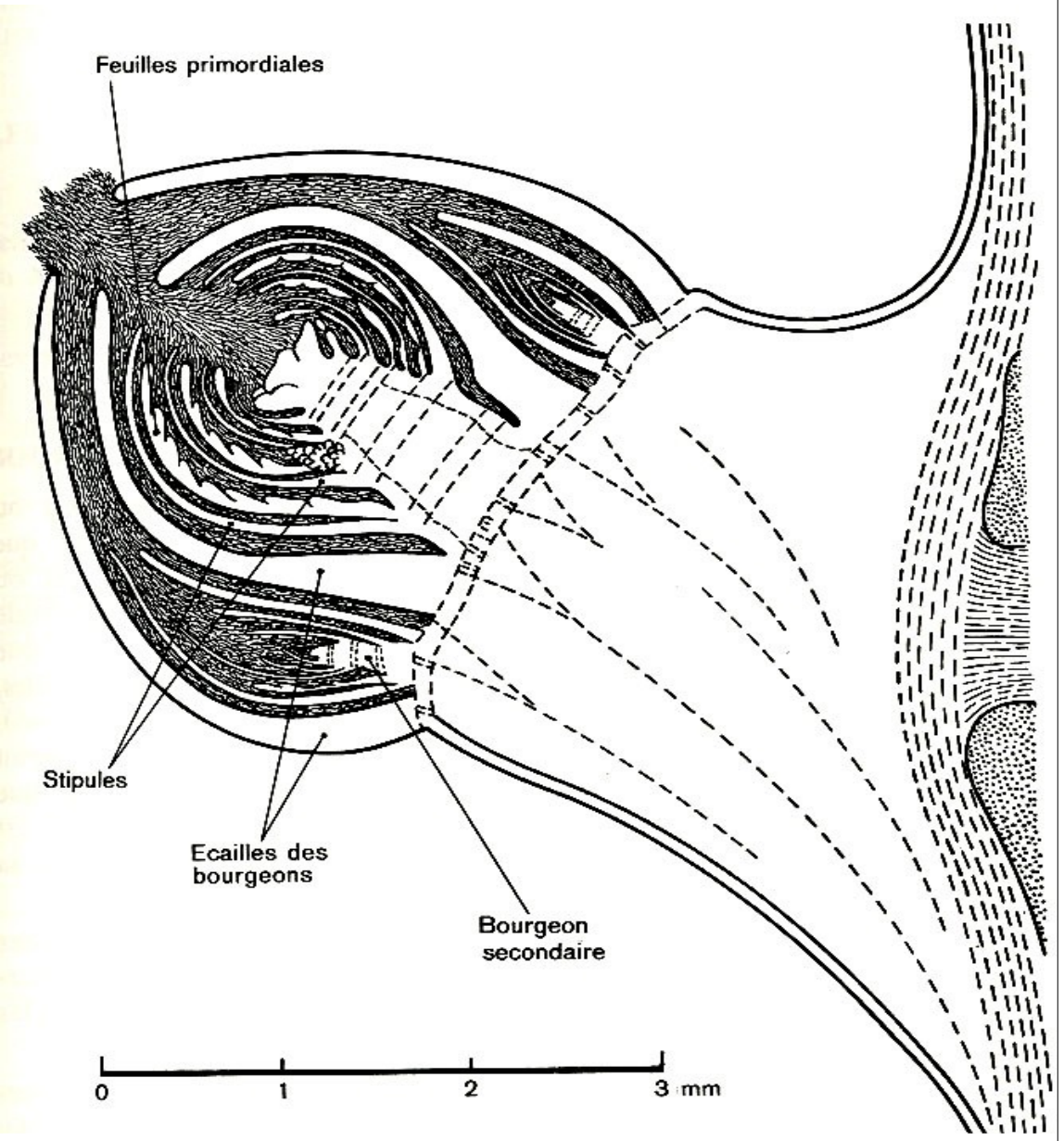
2. Structure

- Ébauche du future rameau :
  - Phytomères de 4 à 12.
  - Ébauche foliaire.
  - Ébauche inflorescencielle.

- Écailles protectrices.

- Bourgeons secondaires





Les bourgeons les plus développés sont situés au niveau des nœuds 8 à 12.

Cycle végétatif de la vigne

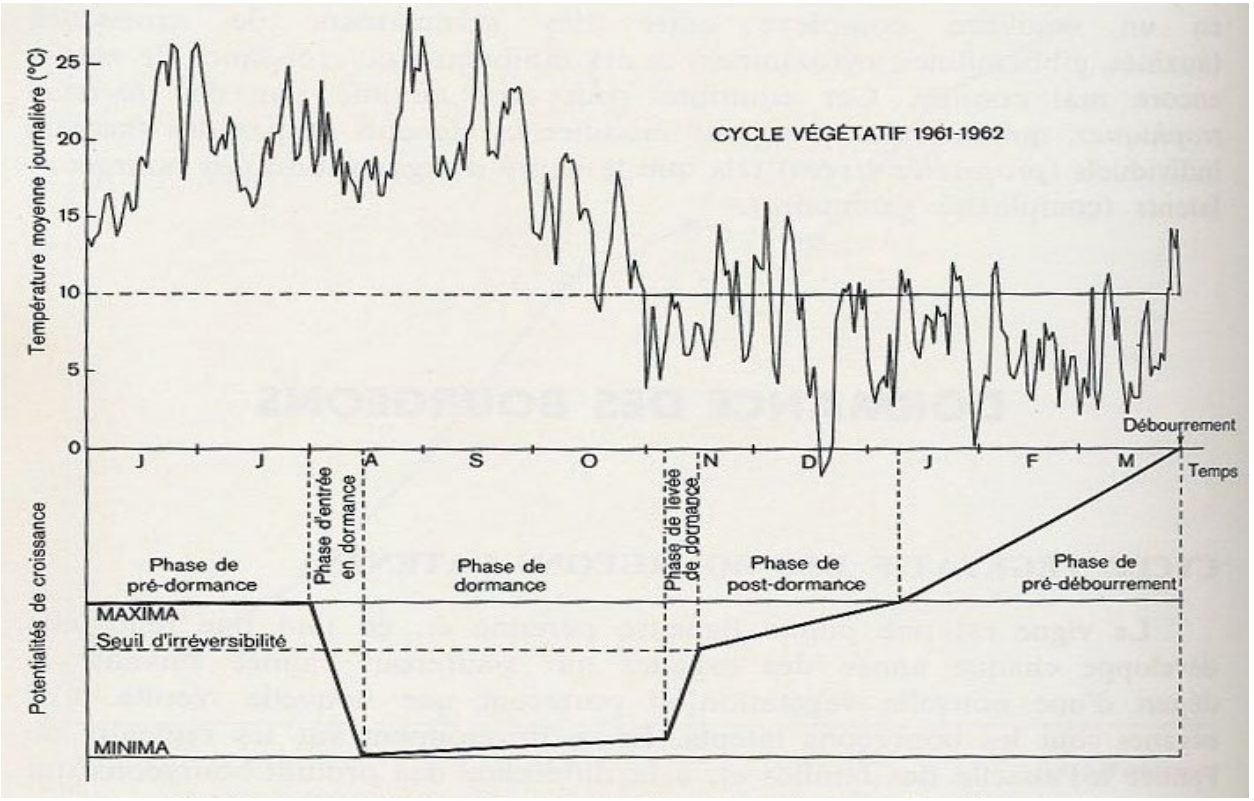
B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

- La pré-dormance
- L'entrée en dormance
- La dormance
- Levée de dormance
- La post-dormance.
- Le pré-débourrement.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

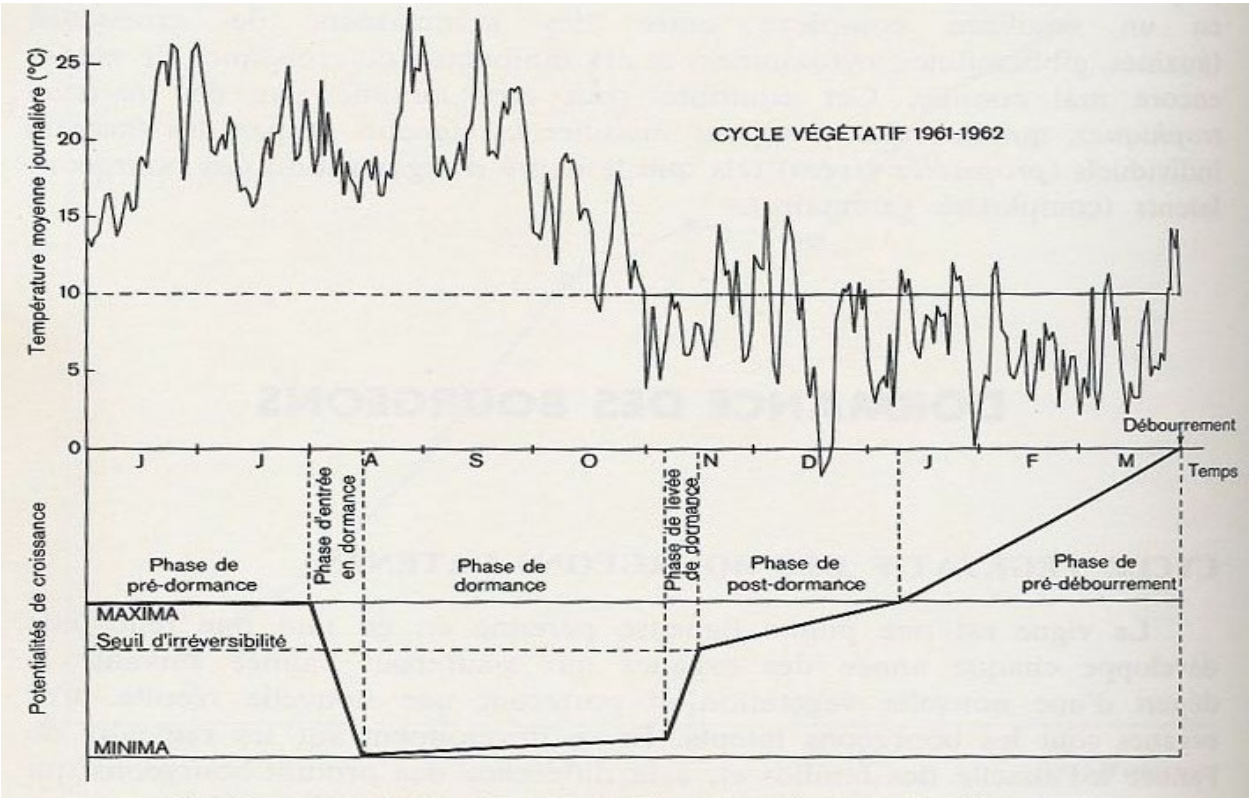
Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

- La pré-dormance:

Potentiel de croissance maximal.

Les extrémités en croissance inhibent le développement des bourgeons latents



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

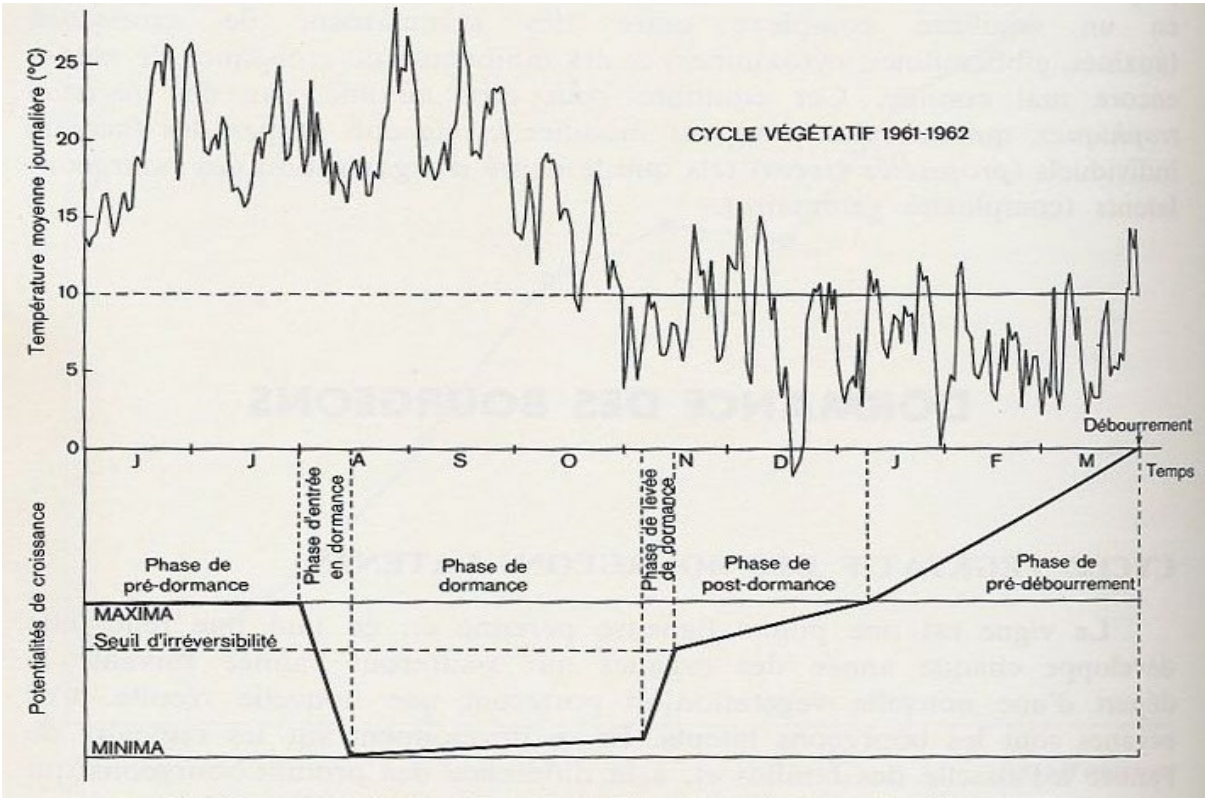
- La pré-dormance

- L'entrée en dormance :

Durée 2 semaines, coïncide avec l'aoûtement.

Perte totale du potentiel de croissance.

Accumulation d'acide abscissique dans le bourgeon, inhibe leur croissance.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins ,les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

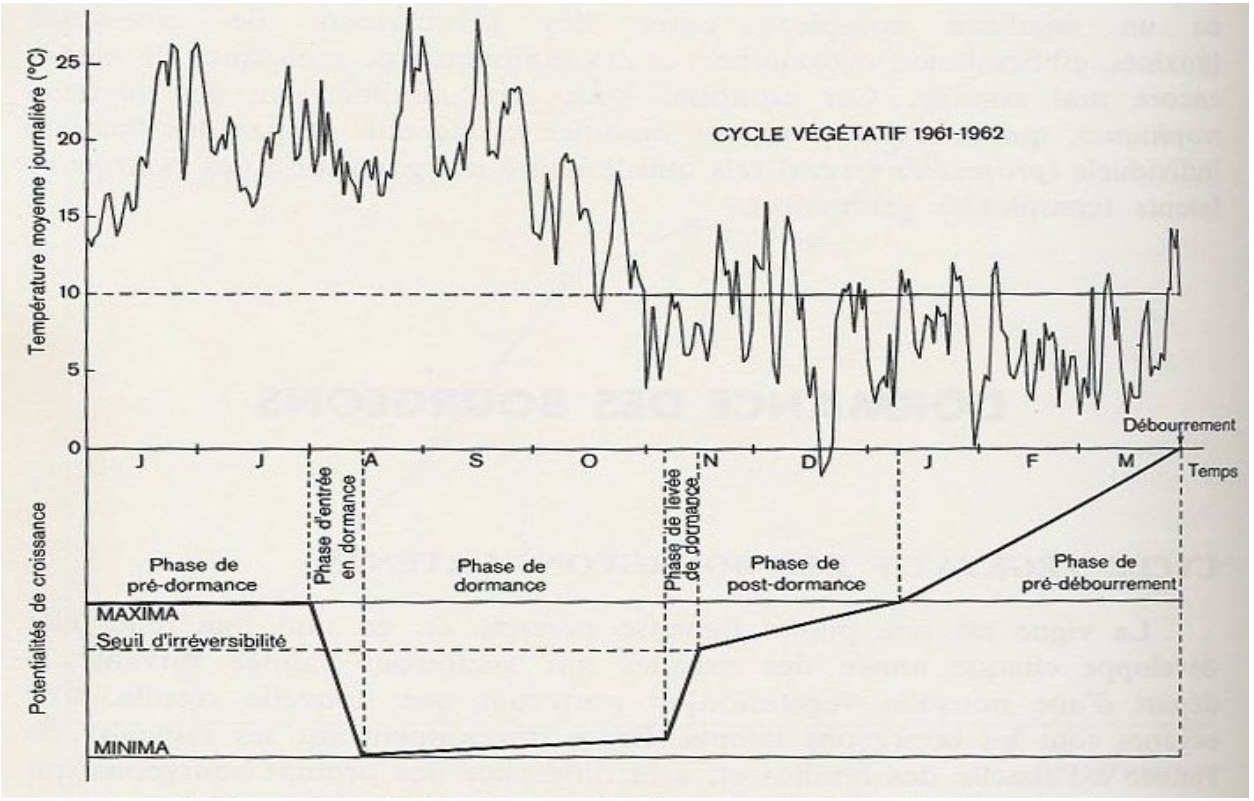
- La pré-dormance
- L'entrée en dormance

- La dormance :

Août à novembre.

Aucune aptitude au débourrement.

Repos total.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

- La pré-dormance
- L'entrée en dormance
- La dormance

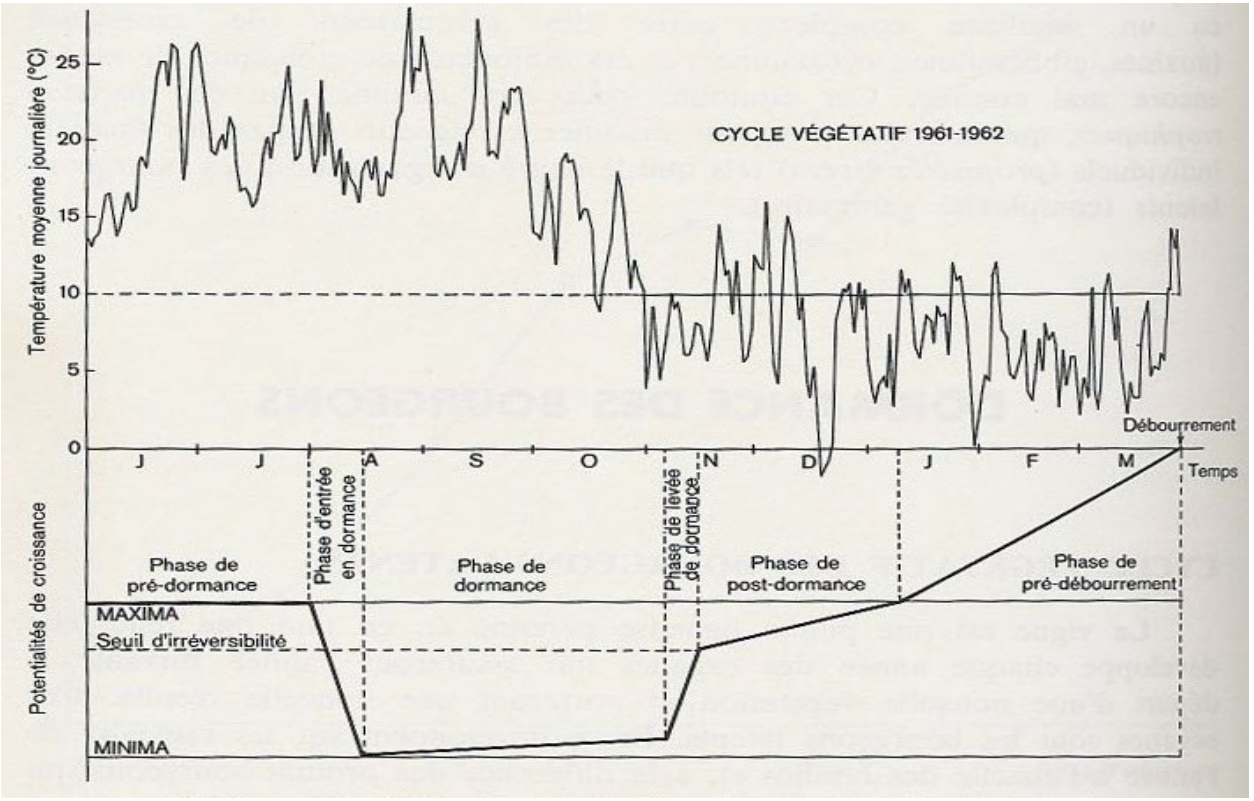
- Levée de dormance :

Récupération du potentiel de croissance.

7 jours consécutifs avec des températures inférieures à10°C.

Dessiccation de 10 à15% des tissus.

Liée à une activité fermentaire des tissus.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

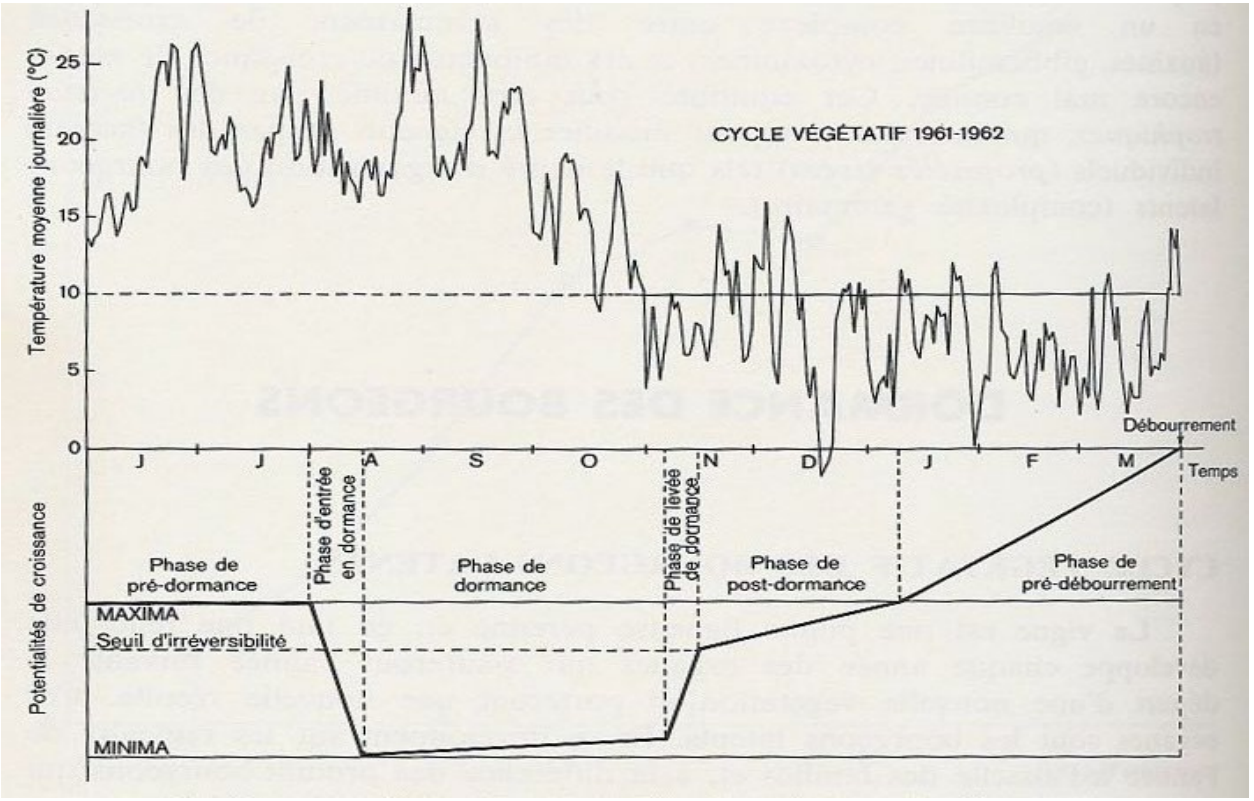
- La pré-dormance
- L'entrée en dormance
- La dormance
- Levée de dormance

- La post-dormance :

Besoin en froid satisfait.

Jusqu'à janvier.

Évolution physiologique lente du bourgeon.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance

Comme pour les pépins, les bourgeons latents passent par une phase de quiescence pour éviter qu'ils ne se développent avant le printemps suivant.

La dormance comprend plusieurs phases:

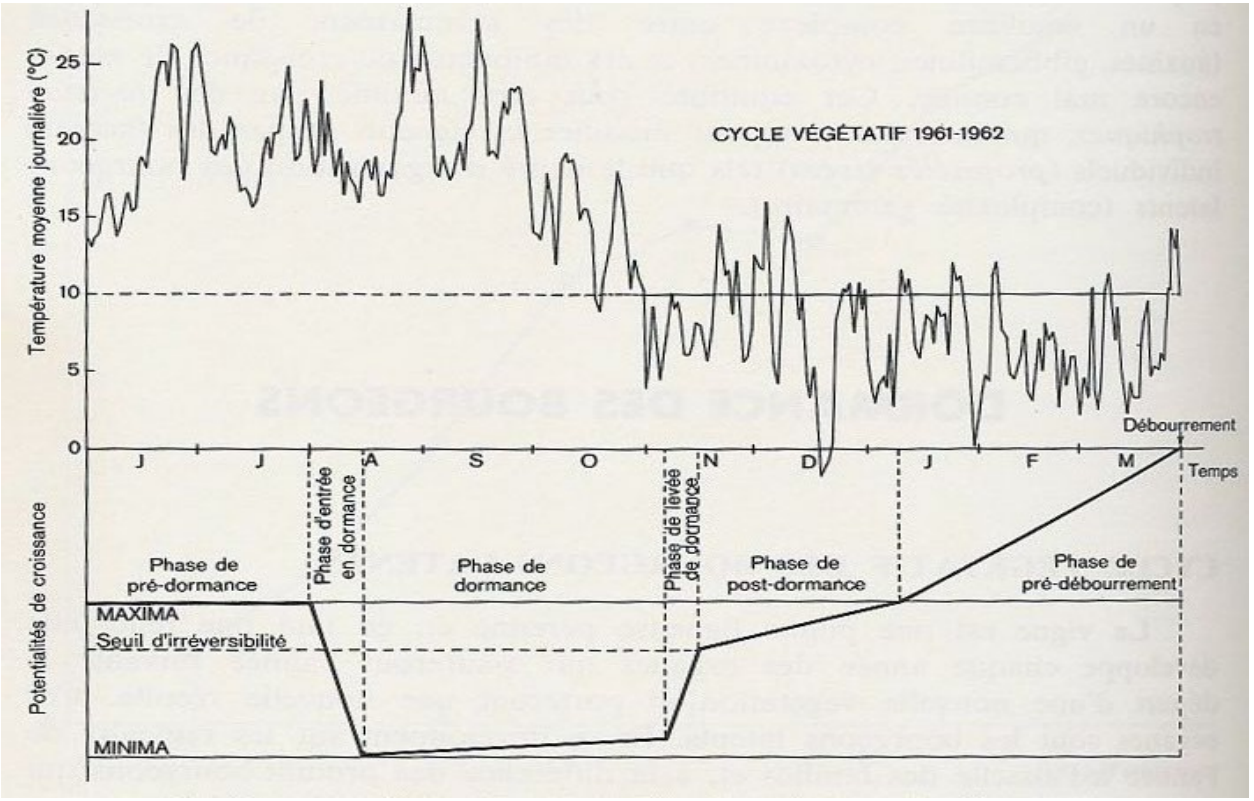
- La pré-dormance
- L'entrée en dormance
- La dormance
- Levée de dormance
- La post-dormance.

- Le pré-débourrement :

Débute en janvier.

Potentialité maximale au débourrement.

L'effet des températures est cumulatif.



Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

3. La dormance : Durée du pré-débourrement

L'activité du bourgeon est directement liée à la température et spécifique de la variété.

L'activité journalière du bourgeon peut donc être calculée:

Act. jr = (Act. à Tmax + Act. à Tmin)/2

Le bourgeon entame son débourrement lorsque sa somme d'activité (Sa) atteint un certain seuil (Merlot 1250°C, Ugni blanc 1070°C).

Le pourcentage d'activité permet de suivre l'évolution du bourgeon.

Ev = (Sa / 1250)*100 (merlot)

Coefficients individuels d'action de la température sur le débourrement des bourgeons latents.

Température (°C)	Perle de Casaba	Traminer	Merlot	Ugni-Blanc
0	0	0	0	0
1	2	1	0,5	0,2
2	6	3	1	0,8
3	9	6	3	2
4	14	9	5	3
5	18	12	7	4
6	23	16	9	6
7	28	19	12	8
8	33	24	15	11
9	38	28	19	14
10	44	33	23	17
11	49	38	26	20
12	55	44	31	23
13	61	48	35	27
14	67	54	40	31
15	74	60	45	35
16	80	66	50	39
17	86	72	55	44
18	93	78	61	50
19	100	84	67	55
20	106	90	73	60
21	114	97	79	65
22	121	103	85	71
23	128	110	92	77
24	134	117	99	83
25	142	125	106	90

Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

4. Le débourrement : Conditions

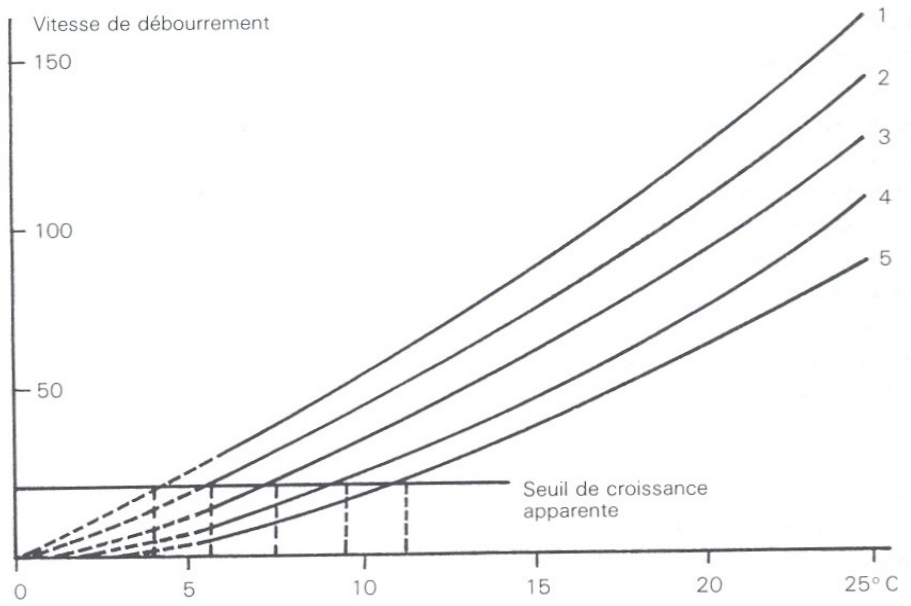
Besoins en températures actives satisfaits.

Températures supérieures au seuil de croissance apparente.

- Gewurztraminer: 7°C
- Merlot : 9,4°C
- Ugni blanc : 11°C

Influence de la taille (Ravaz):

- Décalage 3 à 9 jours entre une taille de janvier et celle de mars.



■ Variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température pour 5 variétés (*V. thunbergii* 1, perle de Csaba 2, gewurztraminer 3, merlot 4, ugni blanc 5) et détermination de leur seuil de croissance apparent *(Pouget, 1968)*.

Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

4. Le débourrement

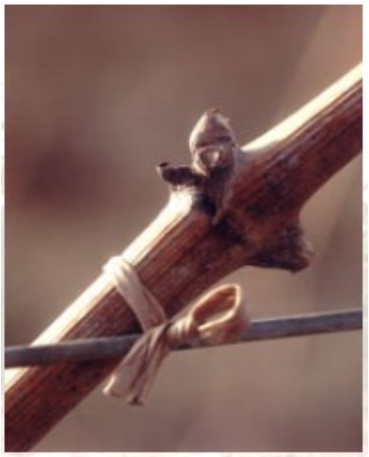
Les organes du primordium du rameau croissent:

- Le bourgeon prend du volume.

- Les écailles s'écartent.

- Apparition de la villosité

- La pointe du rameau apparaît





A : bourgeon d'hiver





B : bourgeon dans le coton





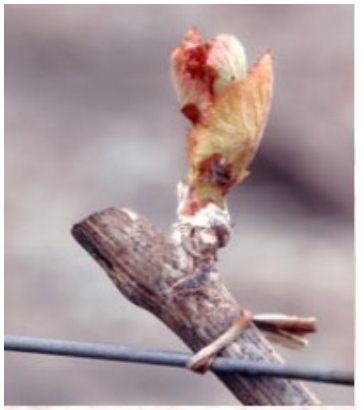
C : pointe verte

Cycle végétatif de la vigne

B. Le bourgeon

4. Le débourrement

Apparition des feuilles.





D : sortie des feuilles

Les feuilles s'étalent.





E : feuilles étalées

Apparition des grappes.





F : grappes visibles

Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

1. La croissance

Croissance des organes préformés du bourgeon:

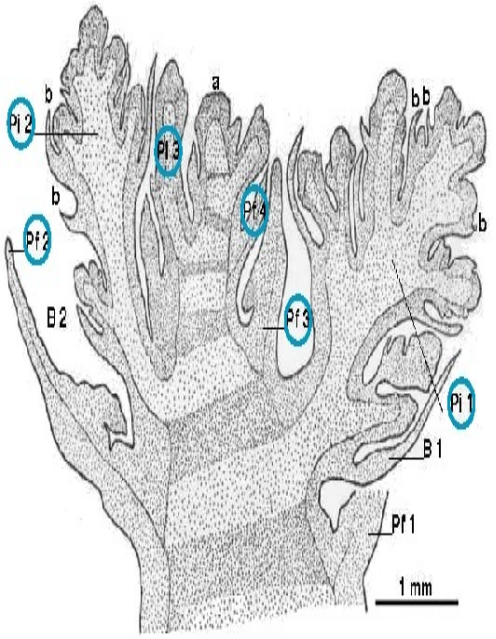
- Différenciation des cellules du phytomère.
- Multiplications cellulaires.

Néoformation de phytomère:

- Activation du méristème apical.
- Différenciation des cellules formées.

Facteurs influents:

- Position sur le rameau.
- Alimentation en eau et nutriment azoté.
- Températures



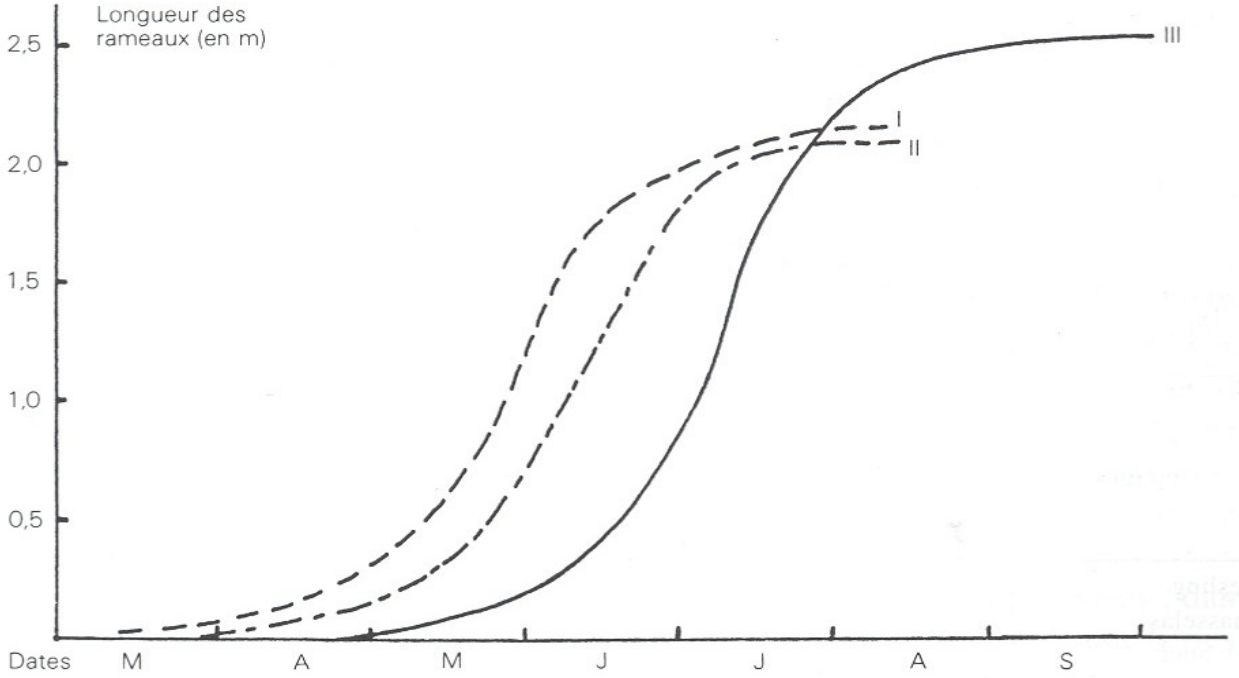


Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

1. La croissance

Dans des conditions climatiques non-limitantes les rameaux n'arrêtent pas leur croissance.
Sous nos climats tempérés la vitesse de croissance des rameaux forme une sigmoïde.

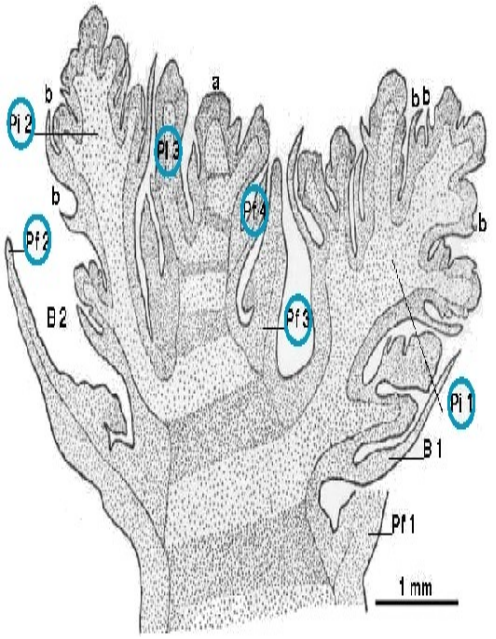


I : aramon Montpellier. Il : ugni blanc Sud-Ouest. III : pinot gris Alsace.

Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

1. La croissance : les feuilles



Il y a 6 à 12 feuilles préformées dans le bourgeon:
- Différenciation cellulaire
- Croissance cellulaire.

Néoformation des feuilles au niveau de l'apex:
- 1 feuille tous les 2,5 jours à 20-25°C.

Jeunes feuilles participent à la dominance apicale.
- Action sur les bourgeons les plus proches.

Croissance des feuilles contrôlée par:
- L'apex.
- L'ébauche des feuilles supérieures.
- Rôle de l'auxine produit par l'apex et les jeunes feuilles.

Stimule la croissance des mérithalles:
- Production d'auxine et gibbérelines.

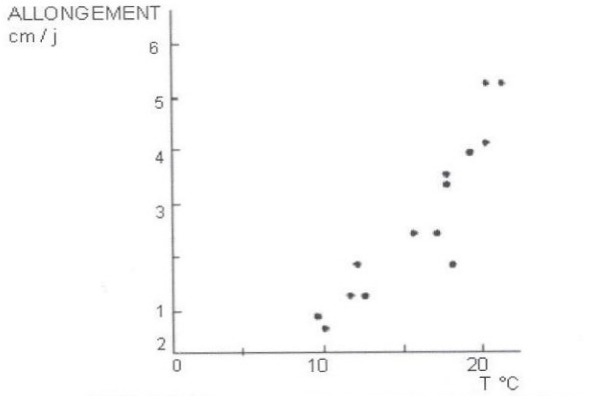


Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

1. La croissance : Influence des températures

La vitesse de croissance et surtout le rythme de néoformation des phytomères est fonction des températures.

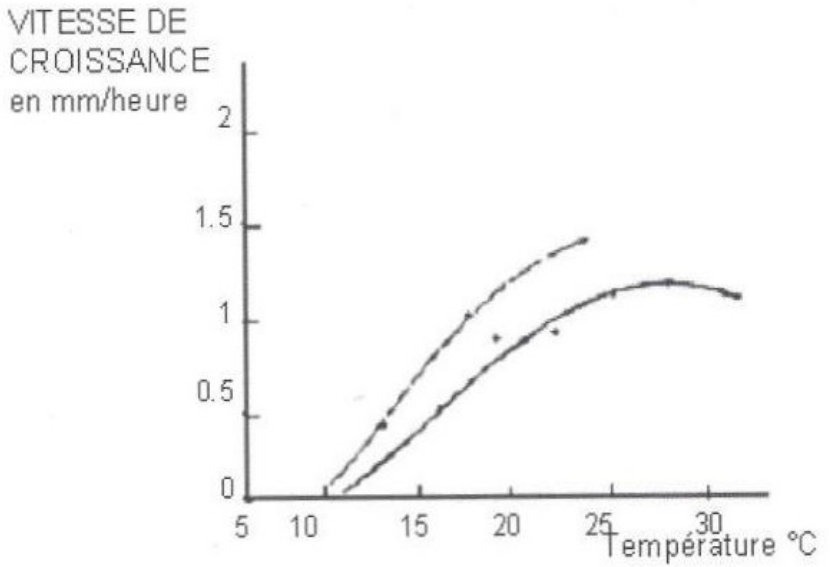


GUILLON à Cognac sur Folle blanche, Cabernet franc, Syrah, Pinot et Aramon en mai.

Optimum de croissance:

- 30°C pour les rameaux principaux.
- 35°C pour les entre-cœurs

Les conditions hydriques nocturnes favorisent la croissance des rameaux



NIGOND à Montpellier sur Aramon au début de juillet.

Modélisation de la croissance :

- Riou : $l / L = a * \sum(\theta_{t1} - \theta_{t0})$

l = longueur actuelle, L = longueur final,
a = coefficient génotype.milieu
$\sum(\theta t1 - \theta t0)$ = somme des températures actives de t0 à t1.

Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

2. Dominance apicale

A proximité des extrémités en croissance, le développement des prompt-bourgeons est inhibé:

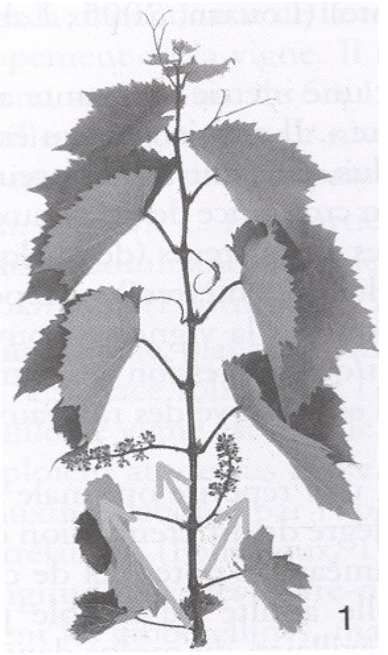
- Feuilles en croissance.

- Apex.

L'élimination du bourgeon principal lève cette inhibition:

- Croissance des entre-cœurs de l'extrémité.

- Dominance apicale induit par les entre-cœurs en croissance.







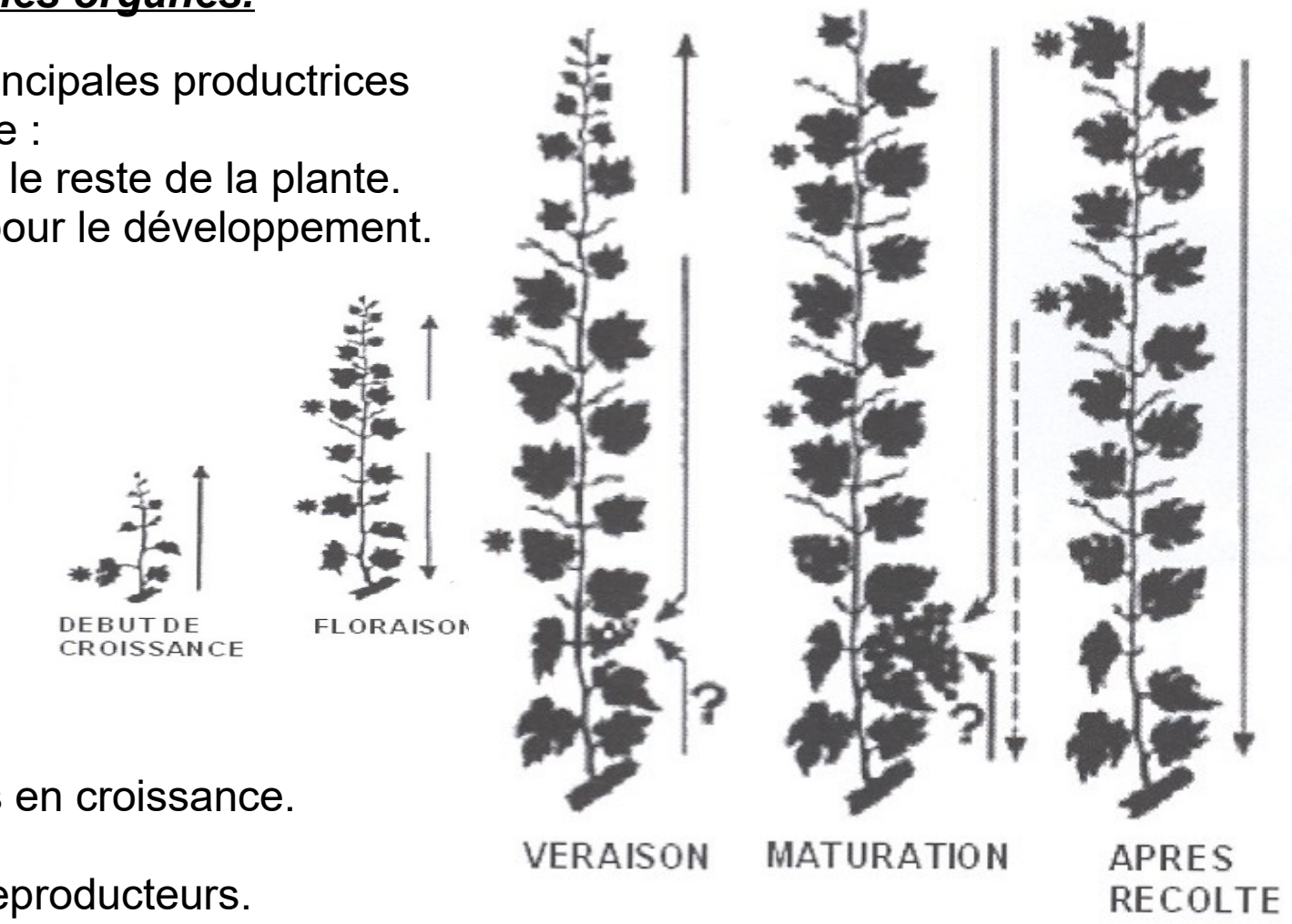
Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

3. Concurrence entre les organes.

Les feuilles sont les principales productrices de substrat énergétique :

- Distribution dans le reste de la plante.
- Consommation pour le développement.



Priorités :

- 1. In-situ.
- 2. Les extrémités en croissance.
- 3. Les organes reproducteurs.
- 4. Mise en réserve dans les racines.

Cycle végétatif de la vigne

C. Les rameaux

4. L'aoûtement

Ensemble des transformations qui font passer le rameau d'un état herbacé, à l'état de sarment lignifié.

Commence début août et par la base des rameaux.

Pré-aoûtement	Post-aoûtement
Vert	Brun
Flexible	Dure et cassant.
Taux d'hydratation 80 à 90%	Taux d'hydratation 50%
Accumulation d'amidon	Hydrolyse de l'amidon.
Biosynthèse	Repos, acheminer la sève.

Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades de développement

- Baggiolini (1952) 16 lettres de A à P
- Eichorn and Lorenz (1977) 47 stades
- BBCH system extended (1995) 99 stades
- Modified Eichorn and Lorenz (Coombe, 1995, AJGWR)

  47 stades

Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades: Les stades de Baggiolini



A : bourgeon d'hiver



B : bourgeon dans le coton



C : pointe verte



D : sortie des feuilles



E : feuilles étalées



F : grappes visibles



G : grappes séparées



H : boutons floraux séparés



I : floraison



J : nouaison



L : grappe fermée



M : véraison

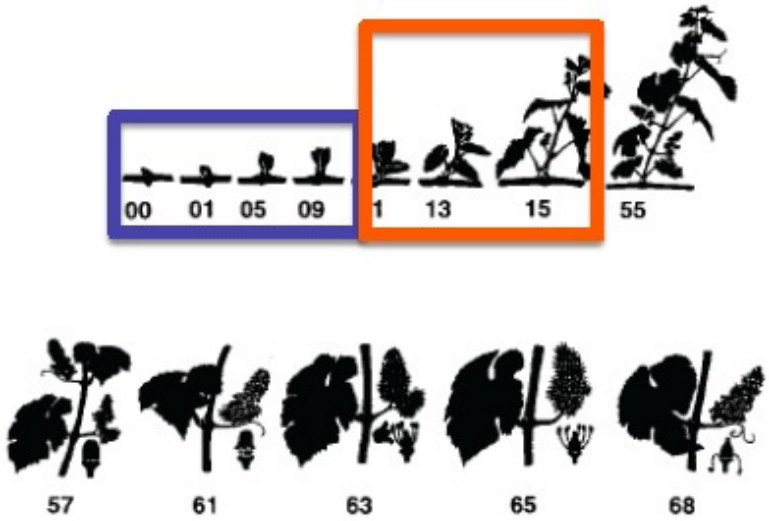


N : Maturité

Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades: BBCH System



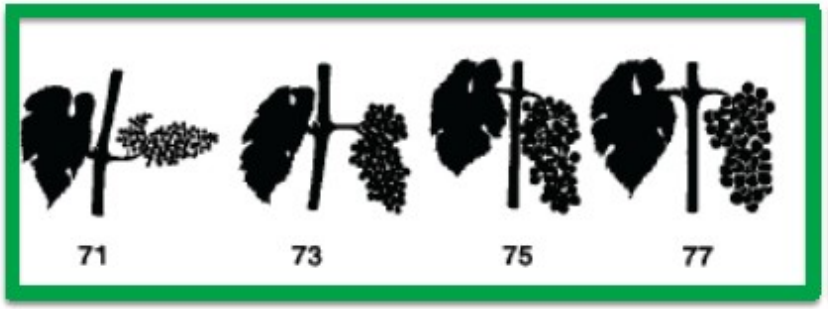
Code	Description
Principal growth stage 0: Sprouting/Bud development	
00	Dormancy: winter buds pointed to rounded, light or dark brown according to cultivar; bud scales more or less closed according to cultivar
01	Beginning of bud swelling: buds begin to expand inside the bud scales
03	End of bud swelling: buds swollen, but not green
05	"Wool stage": brown wool clearly visible
07	Beginning of bud burst: green shoot tips just visible
08	Bud burst: green shoot tips clearly visible
Principal growth stage 1: Leaf development	
11	First leaf unfolded and spread away from shoot
12	2nd leaves unfolded
13	3rd leaves unfolded
1 .	Stages continuous till . . .
19	9 or more leaves unfolded

Principal growth stage 6: Flowering	
60	First flowerhoods detached from the receptacle
61	Beginning of flowering: 10% of flowerhoods fallen
62	20% of flowerhoods fallen
63	Early flowering: 30% of flowerhoods fallen
64	40% of flowerhoods fallen
65	Full flowering: 50% of flowerhoods fallen
66	60% of flowerhoods fallen
67	70% of flowerhoods fallen
68	80% of flowerhoods fallen
69	End of flowering

Cycle végétatif de la vigne

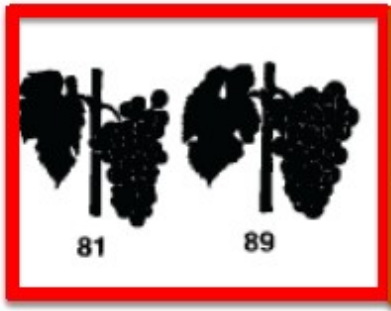
B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades: BBCH System



Principal growth stage 7: Development of fruits

71	Fruit set: young fruits begin to swell, remains of flowers lost
73	Berries groat-sized, bunches begin to hang
75	Berries pea-sized, bunches hang
77	Berries beginning to touch
79	Majority of berries touching





Principal growth stage 8: Ripening of berries

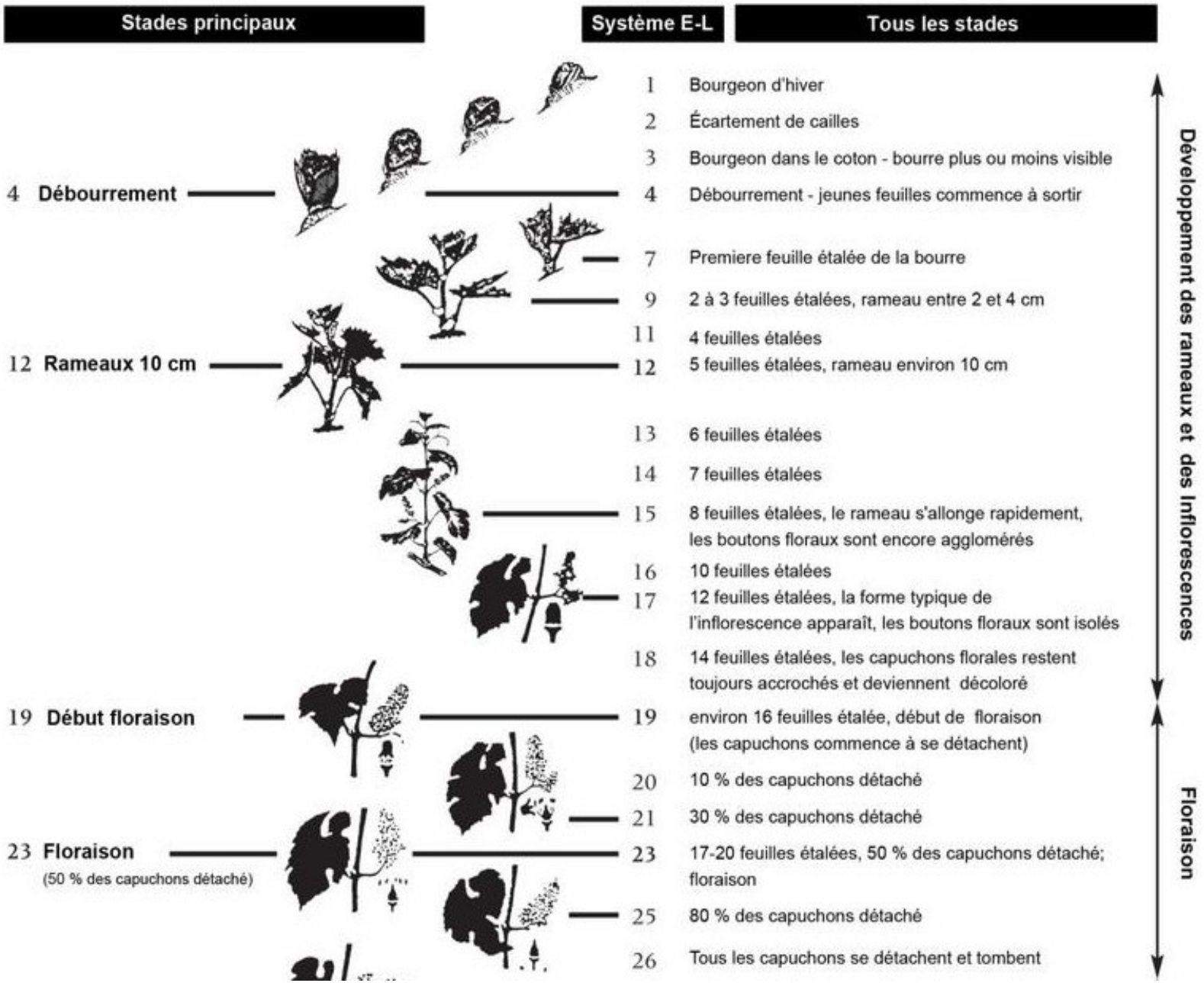
81	Beginning of ripening: berries begin to develop variety-specific colour
83	Berries developing colour
85	Softening of berries
89	Berries ripe for harvest

Principal growth stage 9: Senescence

91	After harvest; end of wood maturation
92	Beginning of leaf discolouration
93	Beginning of leaf-fall
95	50% of leaves fallen
97	End of leaf-fall
99	Harvested product

Cycle végétatif de la vigne

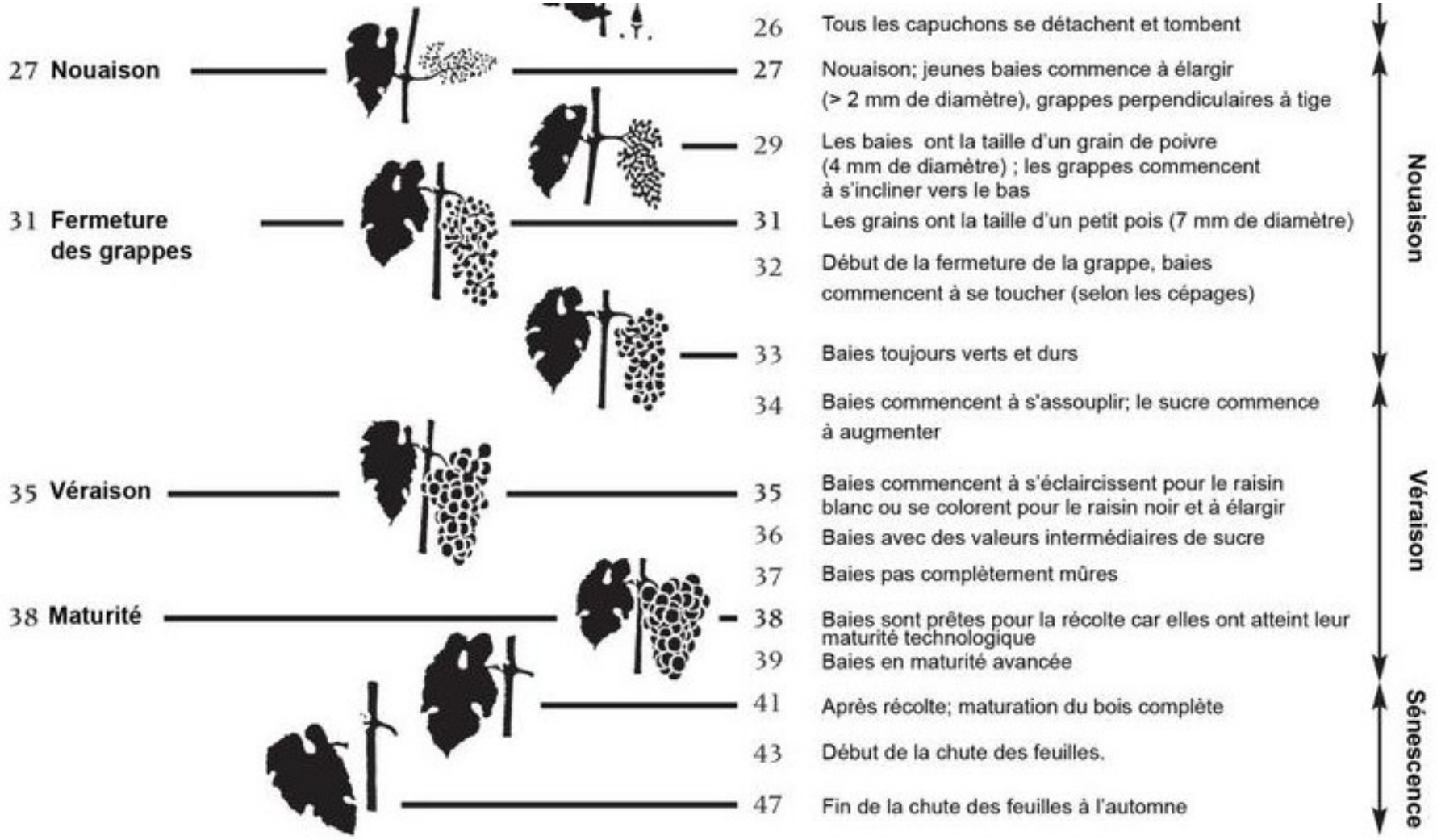
4. Système d'identification des stades:
Modified E. & L. (Coombe, 1995)



Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades: Modified E. & L. (Coombe, 1995)



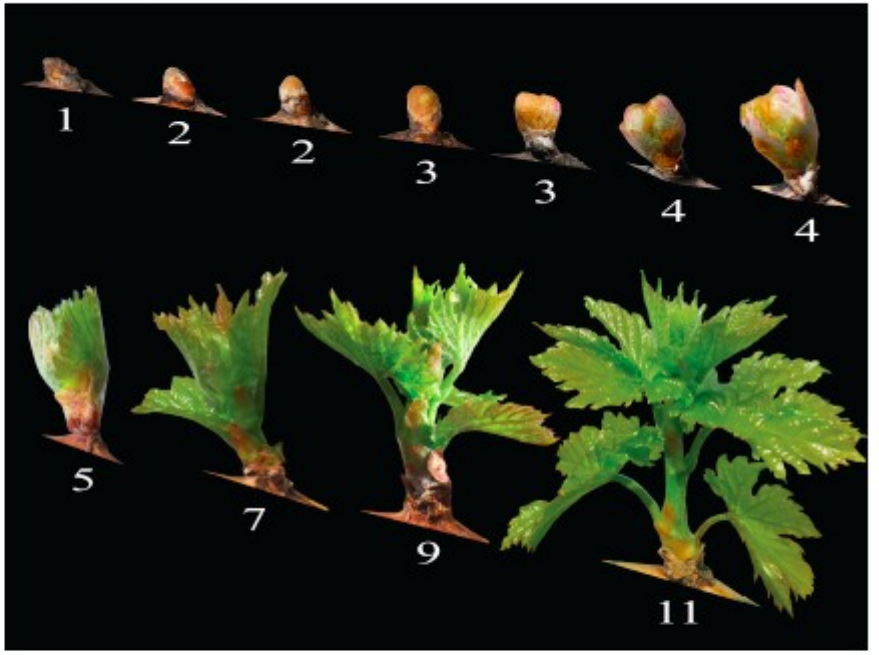
Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades

	Baillod & Baggiolini	Eichhorn & Lorenz	Modified E-L	Extended BBCH
	A	01	1	00
		02	2	01
	B			03
		03	3	05
Budburst	C	05	4	07
	D		5	09
	E	07	7	11
		09	9	12
				13
			11	14
Shoots 10 cm	F	12	12	15, 53
			13	16
			14	
	G	15	15	19 55
			16	
	H	17	17	57
			18	
Flowering begins		19	19	60
			20	61
		21	21	63

Ex: BBCH



Cycle végétatif de la vigne

B. Les rameaux

5. Système d'identification des stades:

	Baillod & Baggiolini	Eichhorn & Lorenz	Modified E-L	Extended BBCH
Full bloom	I	23	**23**	65
		25	25	68
		26	26	69
Setting	J	27	**27**	71
		29	29	73
	K	31	31	75
		33	32	77
	L		33	79
			34	
Veraison	M	35	**35**	81
			36	
			37	
Harvest	N	38	**38**	89
			39	
	O	41	41	91
				92
	P	43	43	93
				95
		47	47	97

Cycle végétatif de la vigne

D. Les racines

1. Croissance et structure

La croissance se fait de la même façon que pour les rameaux :

- Méristème apical produit des cellules.

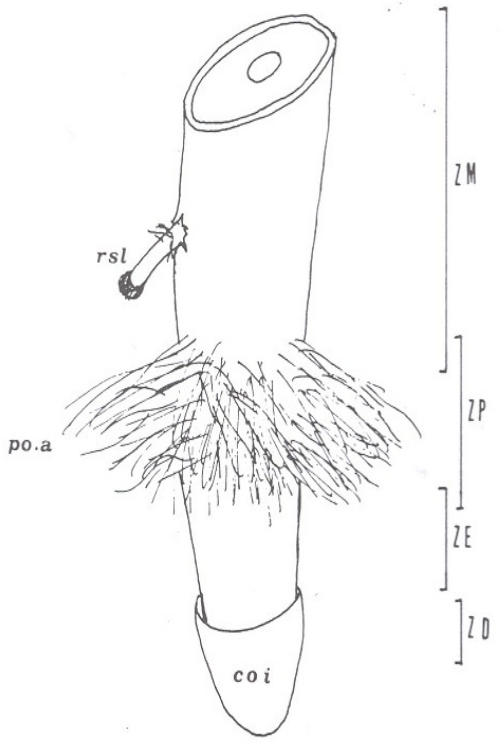
- Différenciation des cellules: formation des phytomères.

Structure modulaire

- Phytomère :

  - Nœud : possible ramification.

  - Mérithalle: allongement des cellules.



Morphologie générale de l'extrémité d'une racine. ZD. zone méristématique dans l'apex de la racine. Cette zone est recouverte par la coiffe. C'est la zone de division, celle où les mitoses sont les plus nombreuses. ZE. zone d'élongation, essentiellement caractérisée par la croissance des cellules. ZP. zone pilifère. ZM. Zone de maturation. coi = coiffe, po.a = poil absorbant, rsl = racine secondaire latérale.

Cycle végétatif de la vigne

D. Les racines

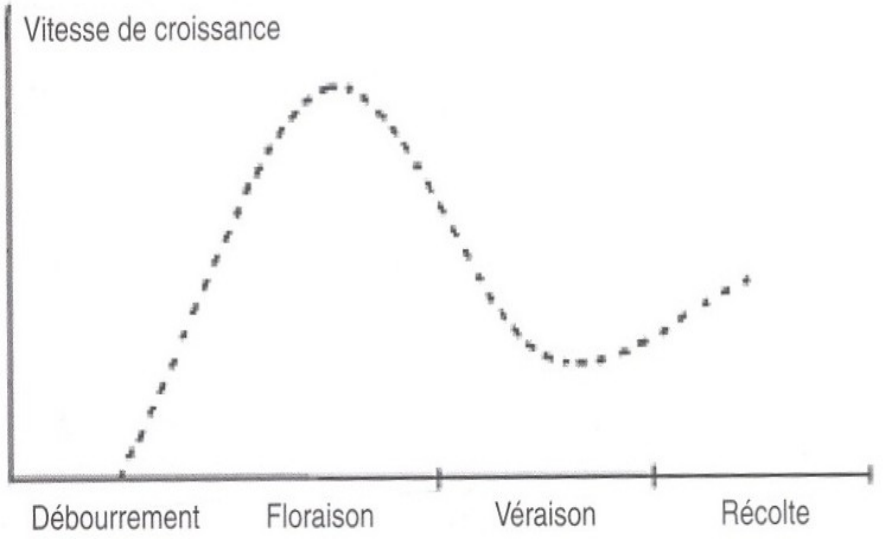
2. Développement

Cycle annuel:

- La croissance de radicelle très semblable au cycle végétatif.

- Croissance au printemps.

- Dégradation en fin de saison.



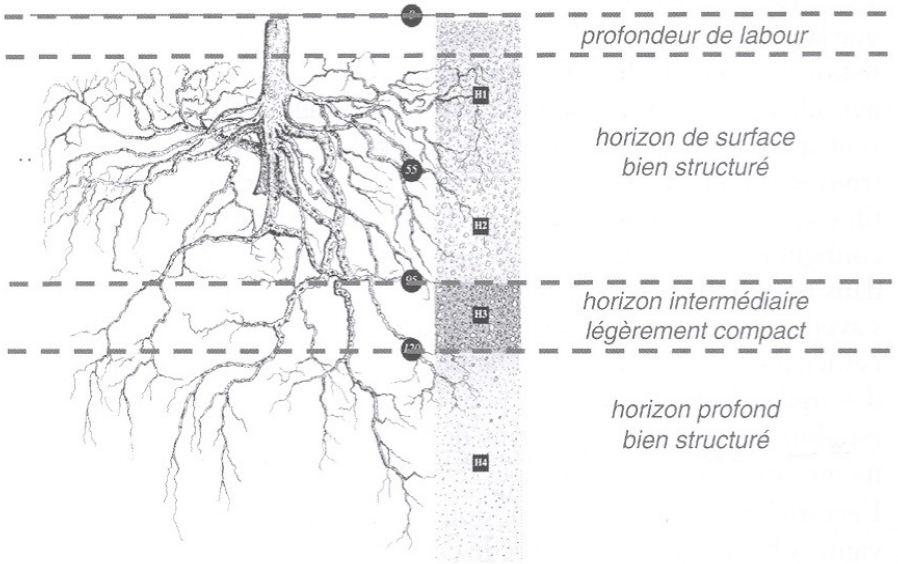
Certaines radicelles sont actives en fin de saison.

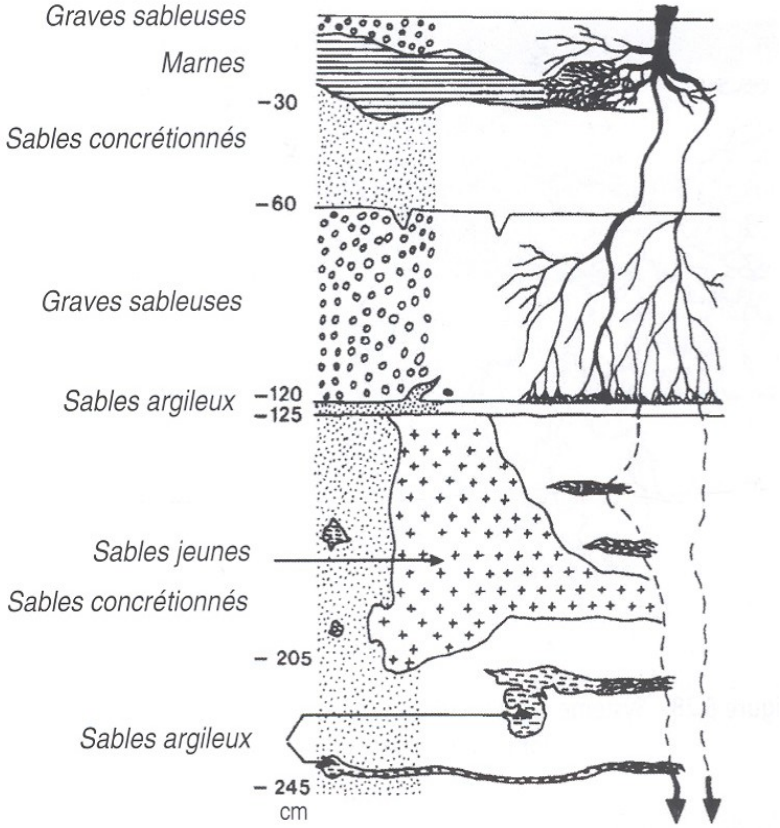
Les radicelles de plus de 2mm sont pérennes.

Cycle végétatif de la vigne

D. Les racines

2. Développement





Le développement du système radiculaire est essentiellement dépendant de l'environnement.

Trois périodes de développement:

- Période d'allongement accélérée de 7 à 9 ans.
- Période adulte: allongement réduit et augmentation des ramifications.
- Période de sénescence.

Le poids des racines augmente constamment : accumulation de réserve.

Cycle végétatif de la vigne

D. Les racines

3. Distribution dans le sol

Essentiellement dépendante de la structure du sol:

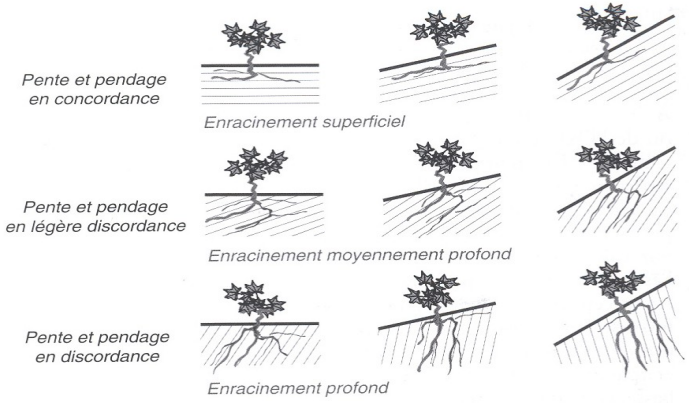
- Aération.
- Présence d'eau.

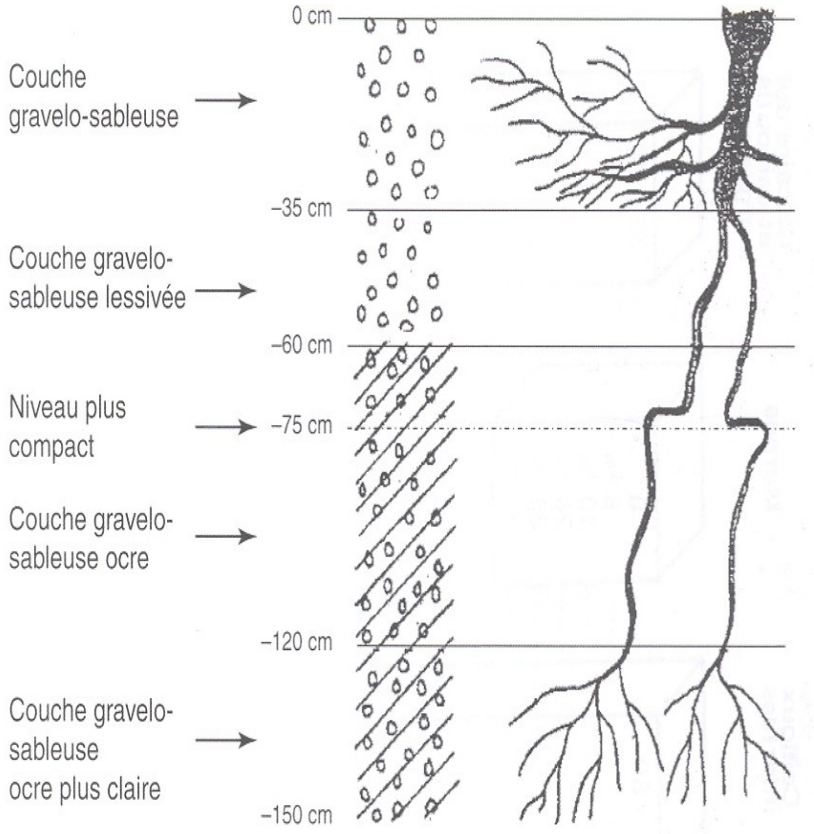
Travaux du sol.

Concurrence avec les autres plantes.

Structure géologique :

- Dureté.
- Fissuration
- Pendage.

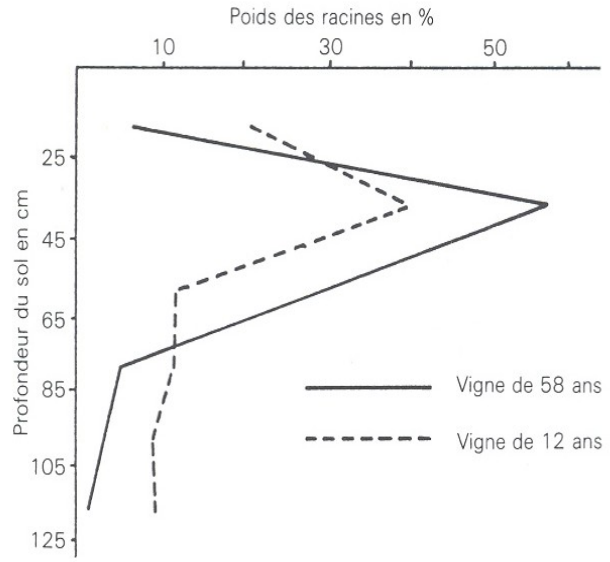


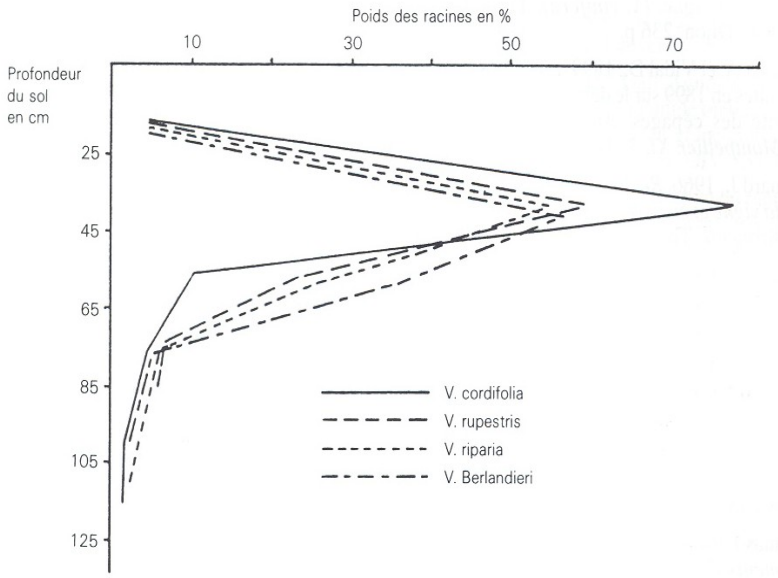


Cycle végétatif de la vigne

D. Les racines

3. Distribution dans le sol.





Maximum de racine juste sous l'horizon de culture:

- Entre 25 et 45 cm

Vignes âgées:

- Diminution du volume de sol exploré.
- Décès des racines dans les zones peu favorables.

Peu de différence entre les porte-greffes :

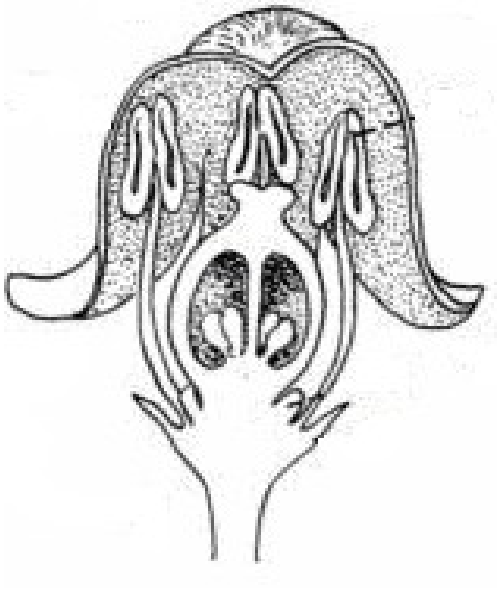
- Faible Riparia.
- Vigoureux Rupestris.

Le développement du fruit.

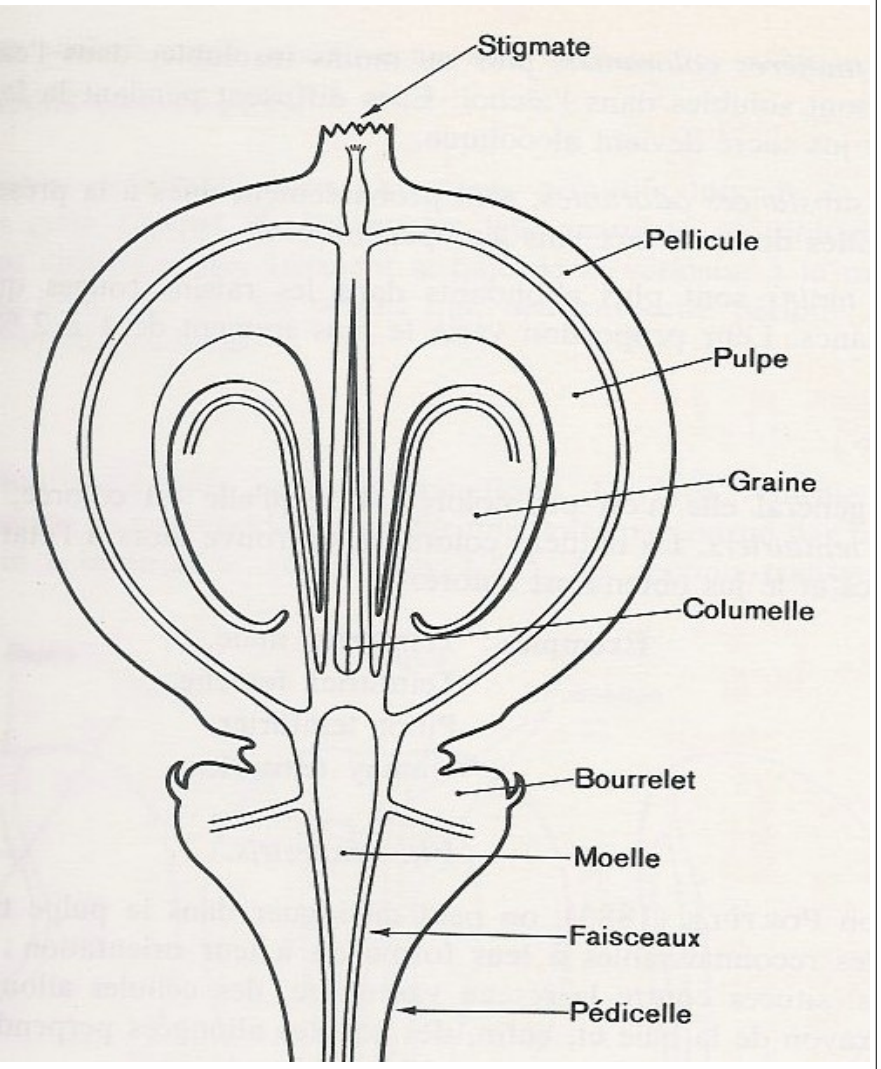
Introduction

Le raisin est un fruit charnu à pépin.

La partie charnue naît de la transformation de l'ovaire en fruit.



Fleur de vigne



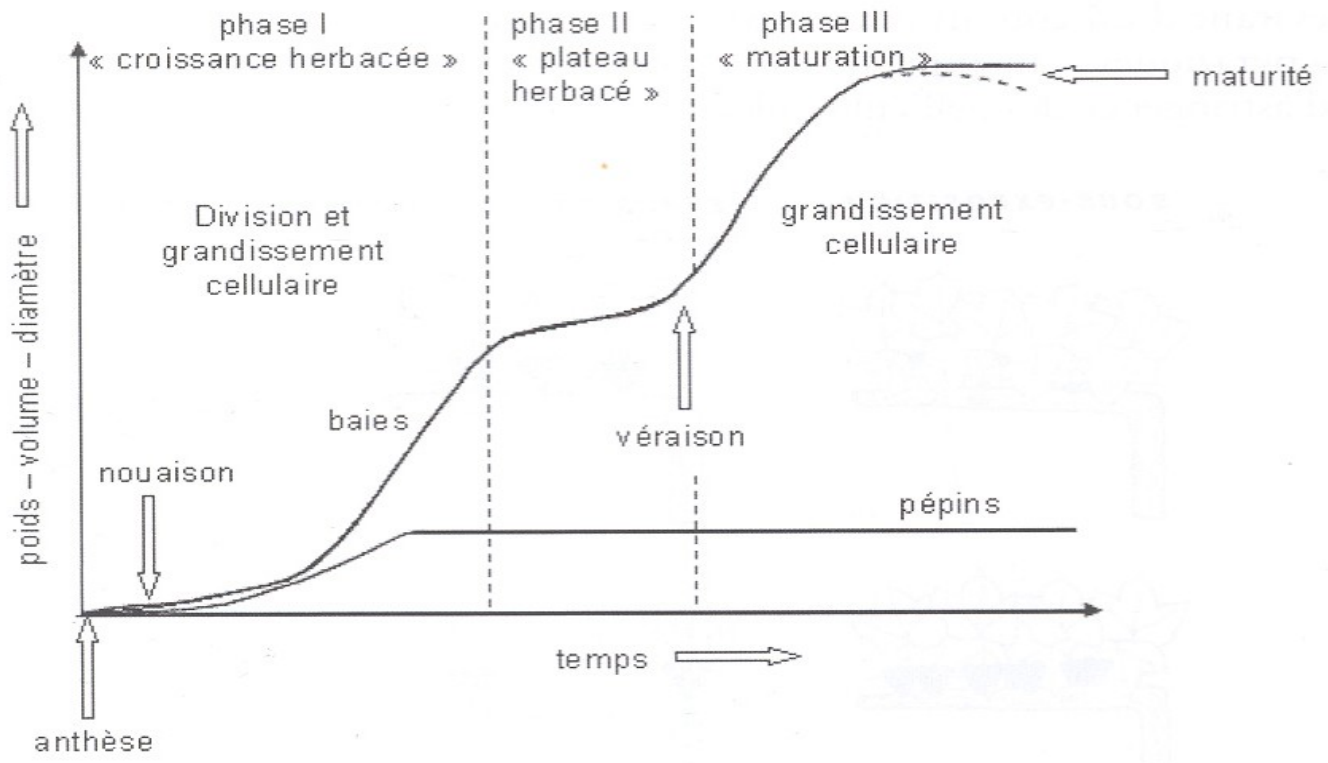
Baie de raisin.

Le développement du fruit.

Introduction

La courbe de croissance du poids et du volume de la baie forme une double sigmoïde :

- Phase de croissance herbacée.
- Phase plateau herbacé.
- Phase de maturation.



Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée

B. Plateau herbacé

C. Véraison

D. La phase de maturation

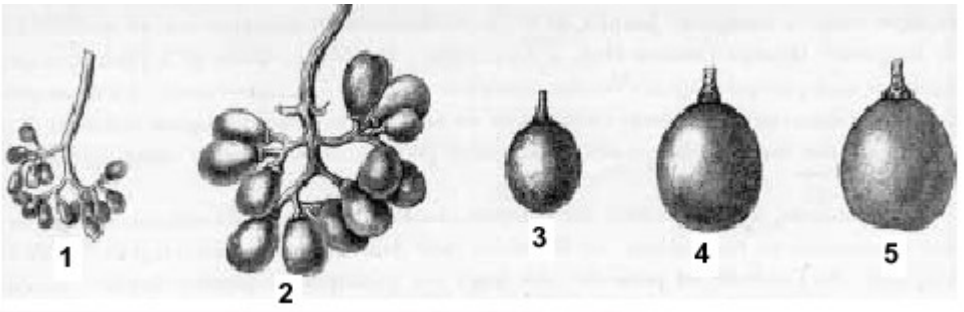
E. La surmaturation

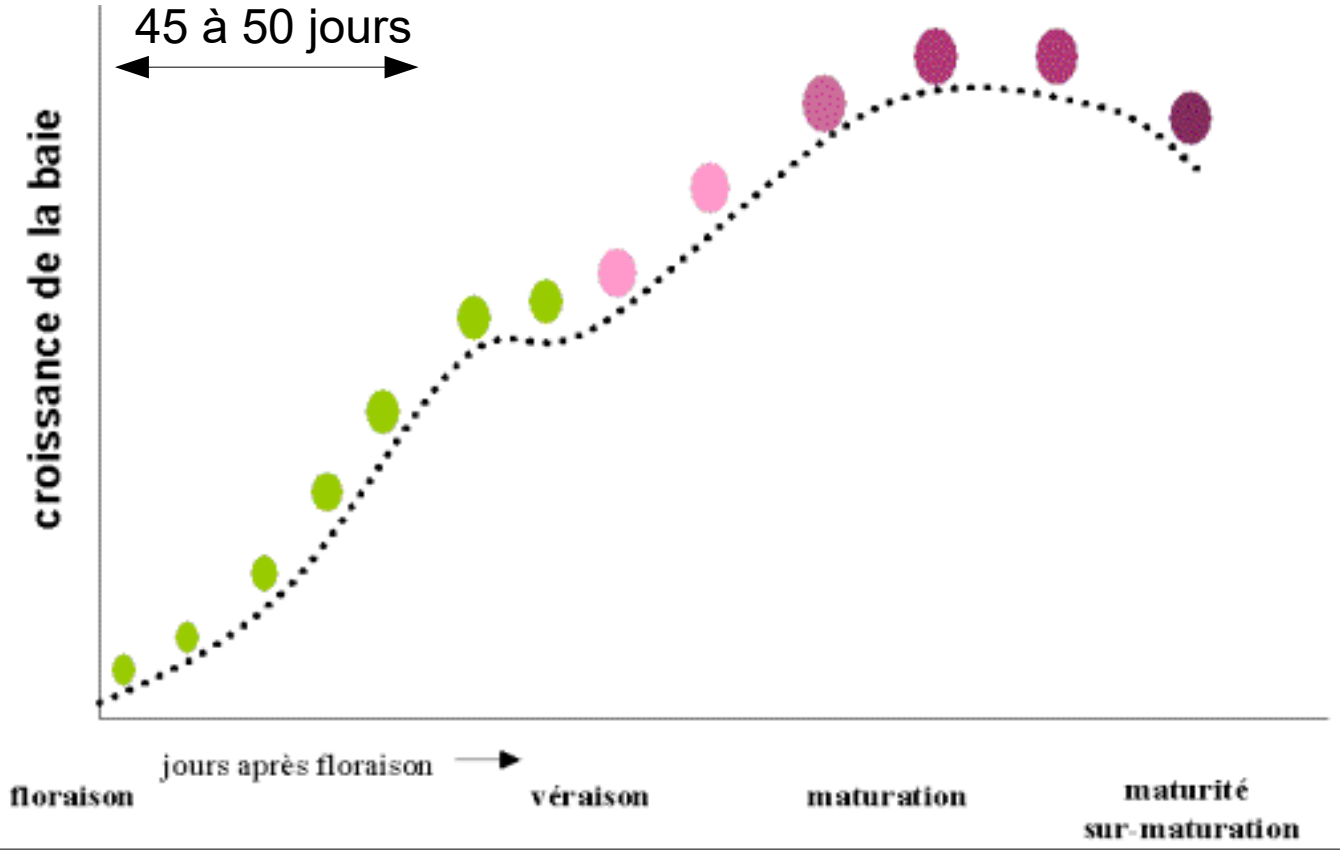
Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée

Activité métabolique de la baie:

- Respiration du glucose.
- Photosynthèse.



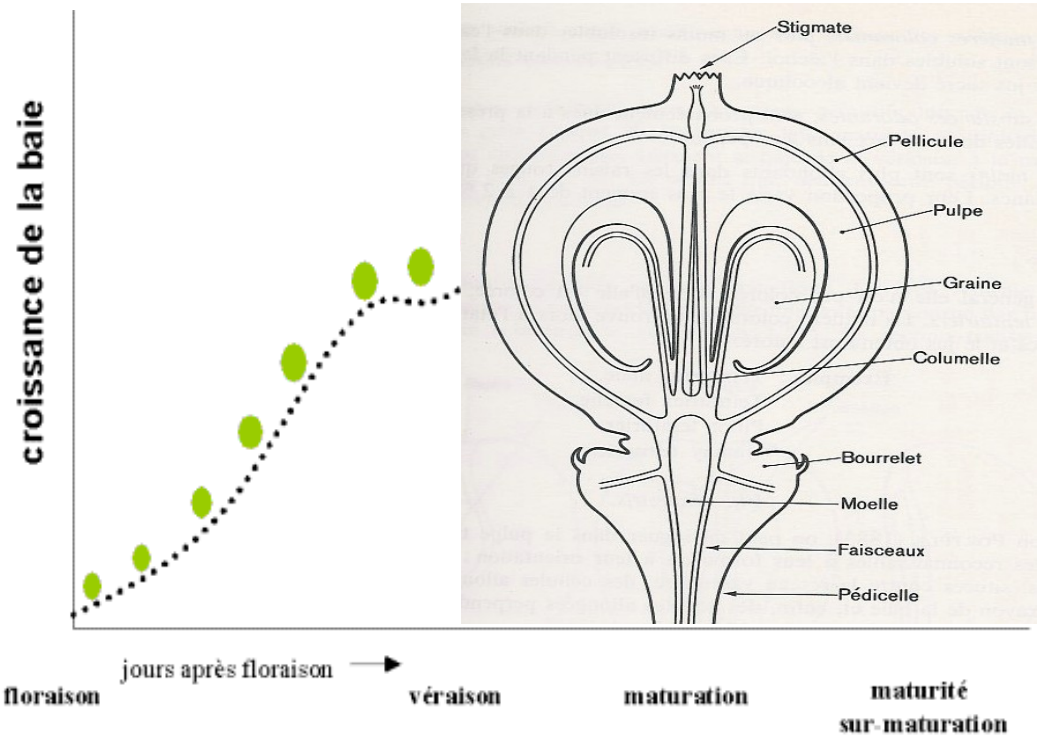


Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée

Débute immédiatement après la fécondation

- L'ovaire gonfle et s'arrondit.
- Les parois du carpelle s'épaississent.
- Les faisceaux conducteurs séparent le parenchyme de l'hypoderme.

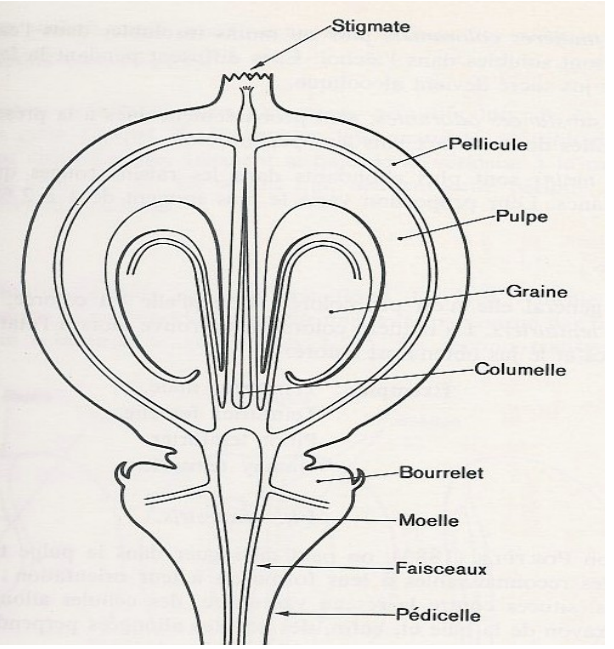


Croissance de la baie:

- Multiplication cellulaire rapide.
- Dépend de la présence des pépins.
  - Producteurs d'hormones de croissance.
- Période critique pour la taille de la baie.



Le développement du fruit.



A. Phase de croissance herbacée

Deuxième partie de la croissance herbacée :

- Après la nouaison.

- Inactivation de la zone d'abscission.

- Cellules de l'hypoderme:
  - Petites à parois fines
  - Contiennent des tanins et du calcium

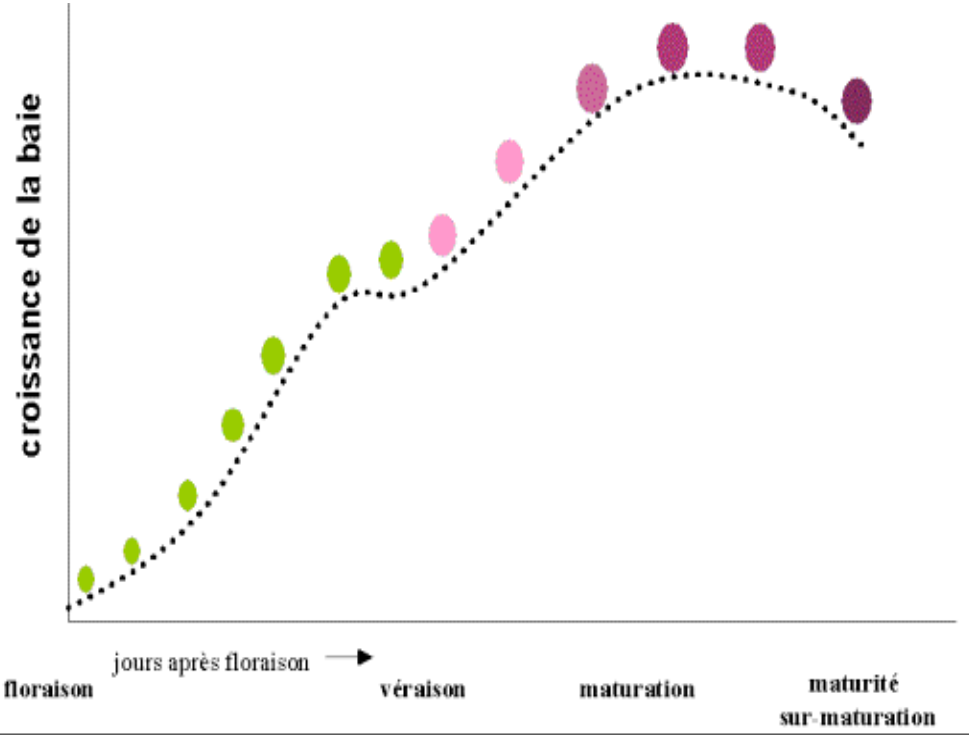
- Les faisceaux conducteurs séparent le parenchyme de l'hypoderme.

- Cellules du parenchyme :
  - Forment la pulpe.
  - S'agrandissent et occupent un grand volume.

Croissance de la baie:

- Différenciation des cellules.

- Quelques divisions dans l'hypoderme.



Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée

1. La coulure

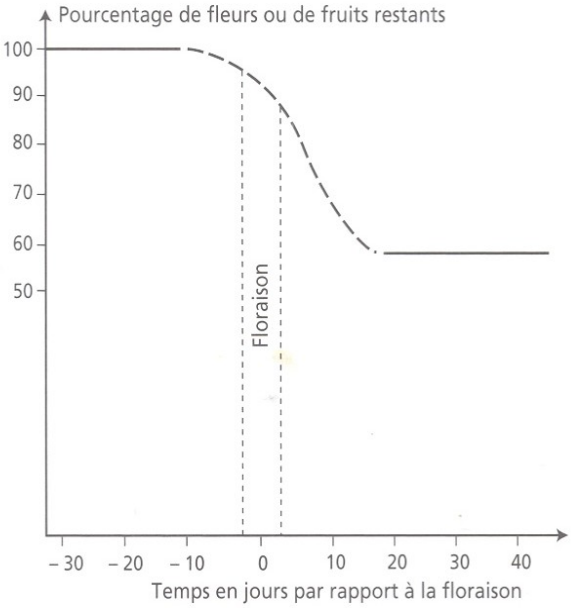


Chute précoce :

- Des fleurs non-fécondées.
- Des petites baies (>2mm).

Zone d'abscission:

- A la base du pédicelle.
- Hydrolyse des pectines des parois cellulaires.
- Induction par l'éthylène.
- Activité limitée dans le temps.



Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée



1. La coulure: *Les causes*

- Climatiques :
    - Températures:
        - Inférieures à 14°C.
        - Supérieures à 35°C.
    - Pluies et nuages.
- Déséquilibre nutritionnel.
- Défauts de fécondation:
    - Malformations des organes reproducteurs.
    - Perturbations de la floraison.
- Pathologies

Le développement du fruit.

A. Phase de croissance herbacée

2. Le millerandage



Développement anormal des baies:

- Inhibition de la croissance cellulaire.

- Inhibition des multiplications cellulaires ??

- Perturbation du métabolisme:
  - Baies vertes.
  - Taux de tanins inférieure.
  - Taux de sucres inférieure.
  - Acidité totale supérieure.



- Fécondation mal aboutie:
  - Absence de pépins.
  - Pépins atrophiés.

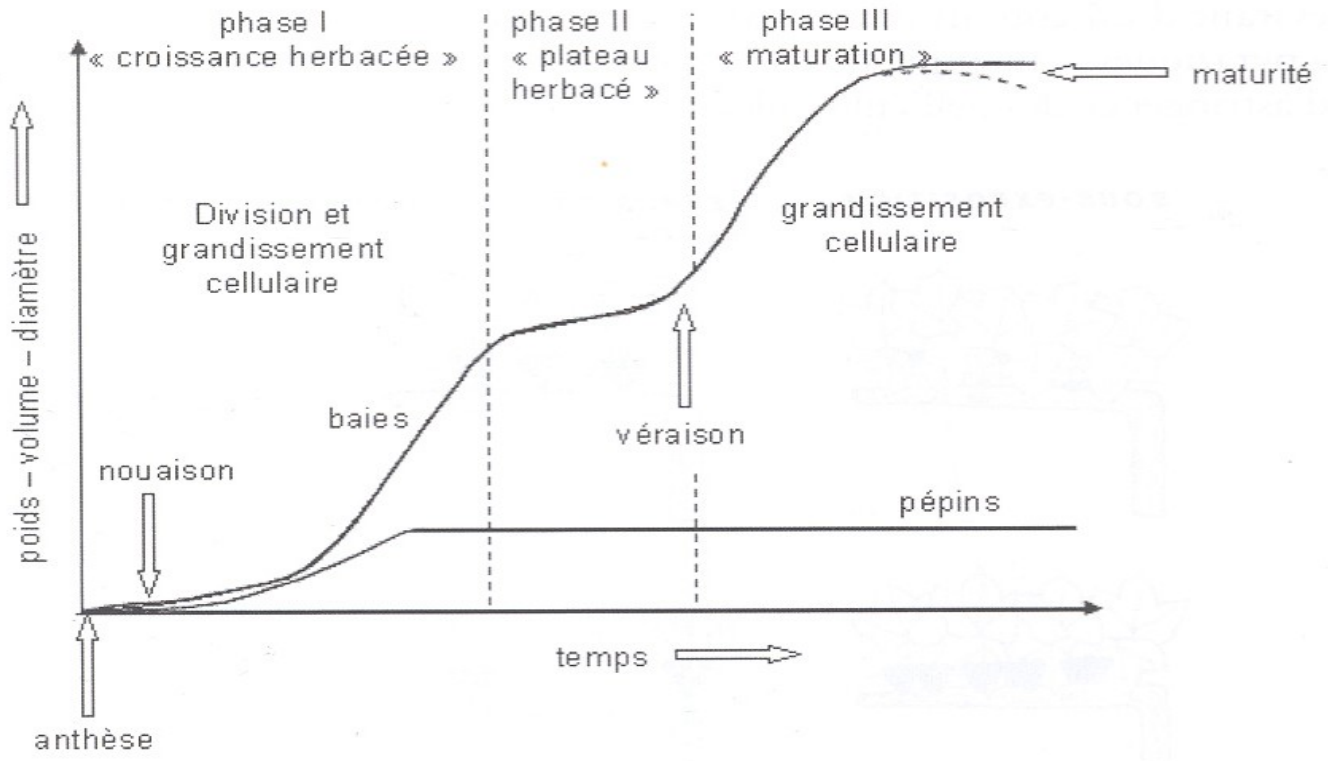
Le développement du fruit.

B. Plateau herbacé

Ralentissement de la croissance.

Préparation de la véraison et la phase de maturation:

- Remaniement génétique.
- Production de nouvelles enzymes.



Le développement du fruit.

C. Véraison

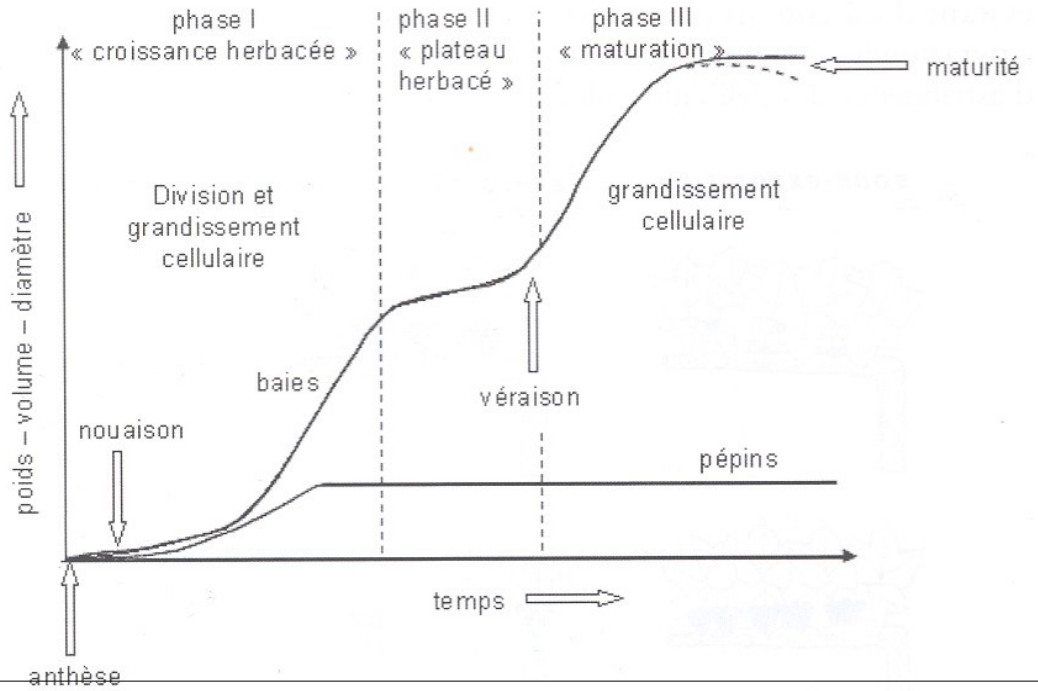


Démarrage de la phase de maturation.

Changements morphologiques brusques:
- Ramollissement des baies.
- Epiderme devient translucide.
- Réduction des flux xylémiens.
- Obstruction des stomates.

Bouleversement du métabolisme:
- Inactivation de la photosynthèse.
- Biosynthèse d'anthocyanes.
- Respiration de l'acide malique.

Accumulations vacuolaires:
- Sucre.
- Potassium.
- Eau.

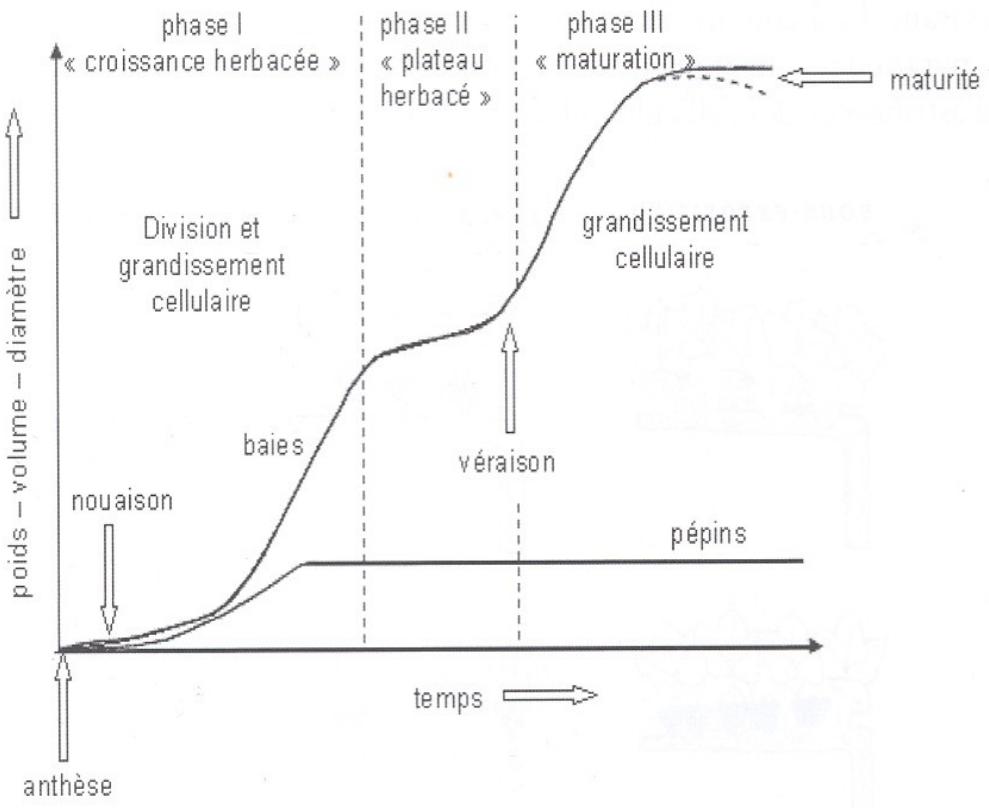


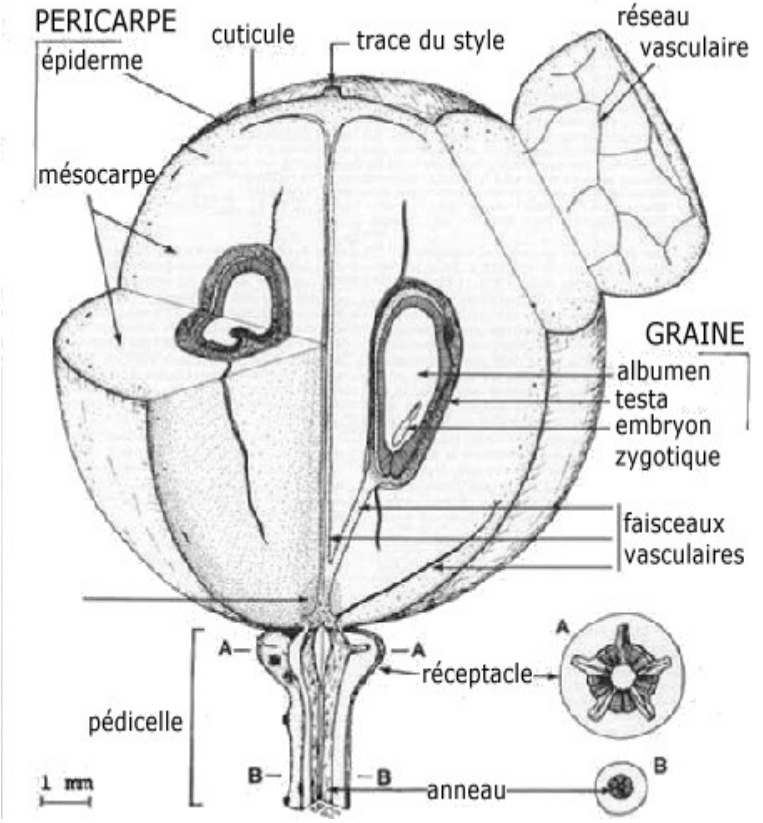
Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

Commence à la véraison et se termine quand la baie atteint sa taille optimale:

- 120 jours après la floraison à bordeaux.



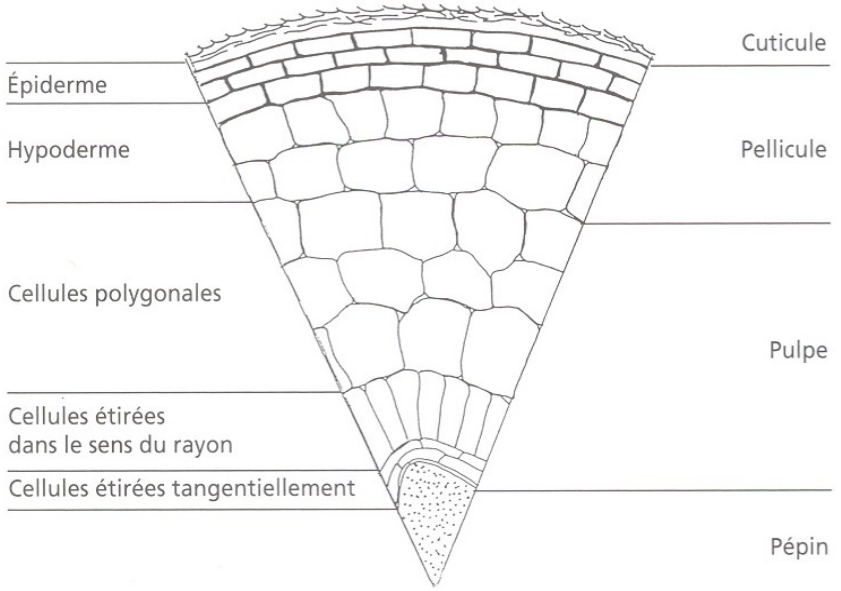


Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

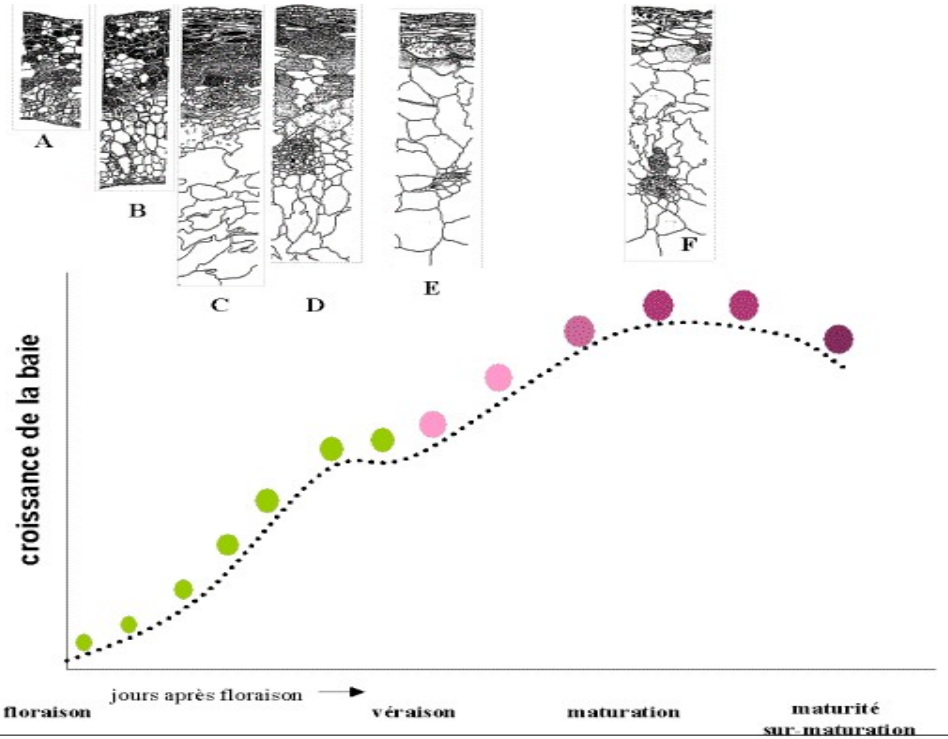
La pellicule:

- 8 à 10 couches de cellules.
- 100µm d'épaisseur.
- Stockage:
    - Composées phénoliques.
    - Composées aromatiques.
    - Eléments minéraux.



Croissance des cellules de la pulpe:

- Cellules de l'hypoderme profond.
- Cellules du parenchyme.
- Accumulation :
    - Sucres
    - Acides organiques et aminées
    - Eléments minéraux.
    - Composés phénoliques.
    - Certains composés aromatiques.



En cas de stress hydrique très élevé,
les raisins servent de réserve en eau.

Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

1. Accumulation des sucres

Changement de l'équilibre hormonal:

- Baisse du taux d'auxine.

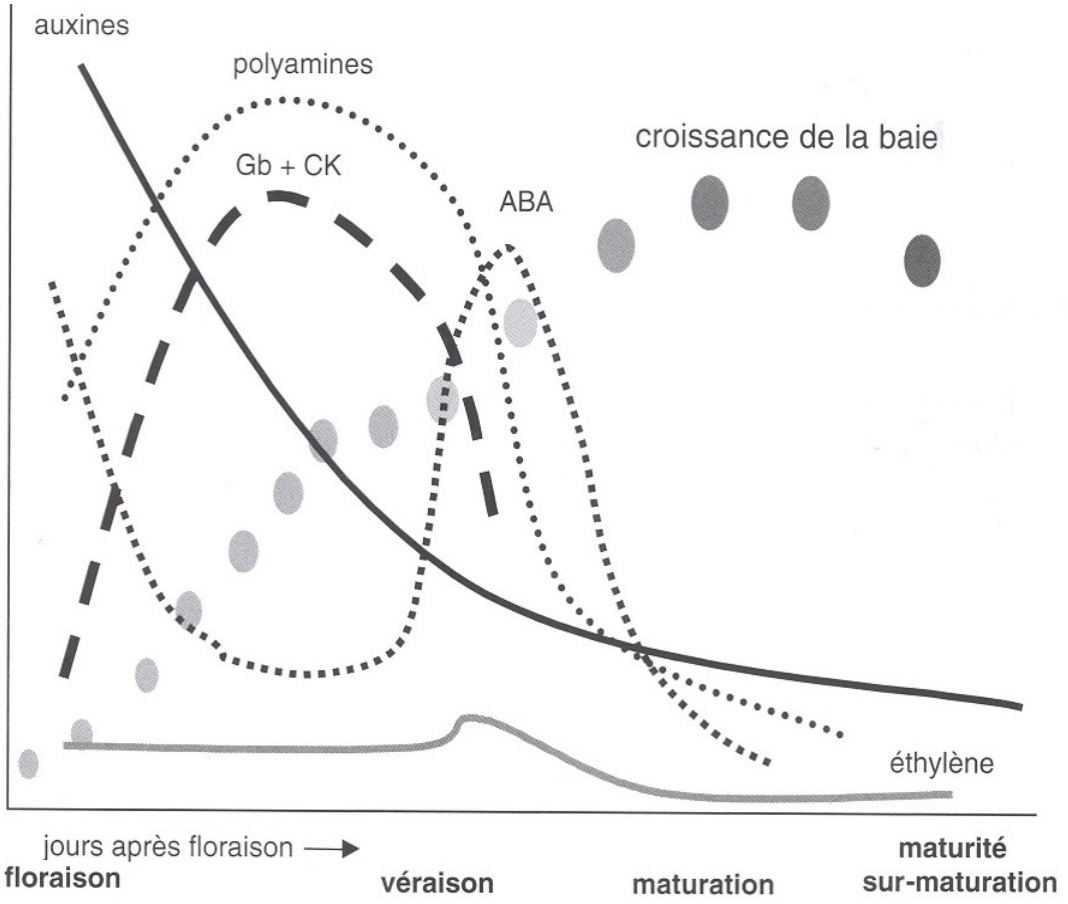
- Augmentation du taux d'acide abscique.

- Induit la levé de l'inhibition des enzymes de transports:

    - saccharose phosphatase synthétase

    - saccharose synthétase.

    - hexokinase.



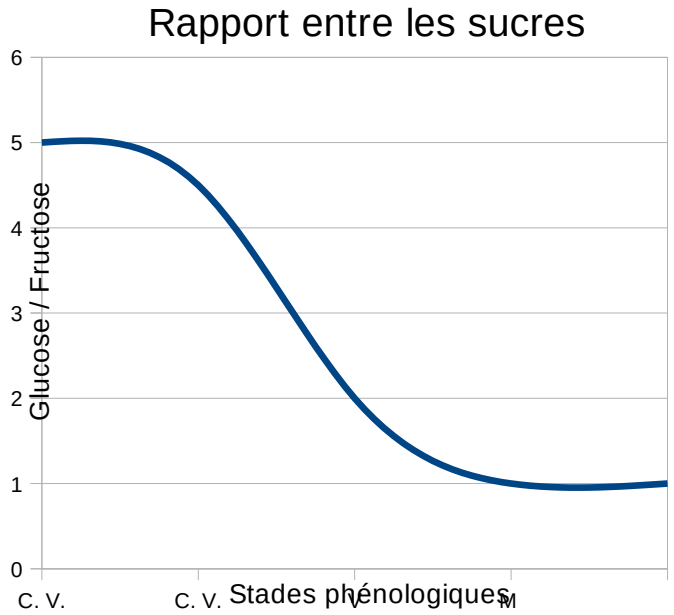
Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

1. Accumulation des sucres

Rapport entre les sucres suivant leurs provenances:

	Glucose	Fructose
Importé	50%	50%
Photosynthèse	100%	0%



En croissance herbacée:

- Sucres issus de la photosynthèse.
- Métabolisation des sucres importés.

Maturation:

- Accumulation des sucres importés.
- Photosynthèse nulle.

Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

3. Acide malique

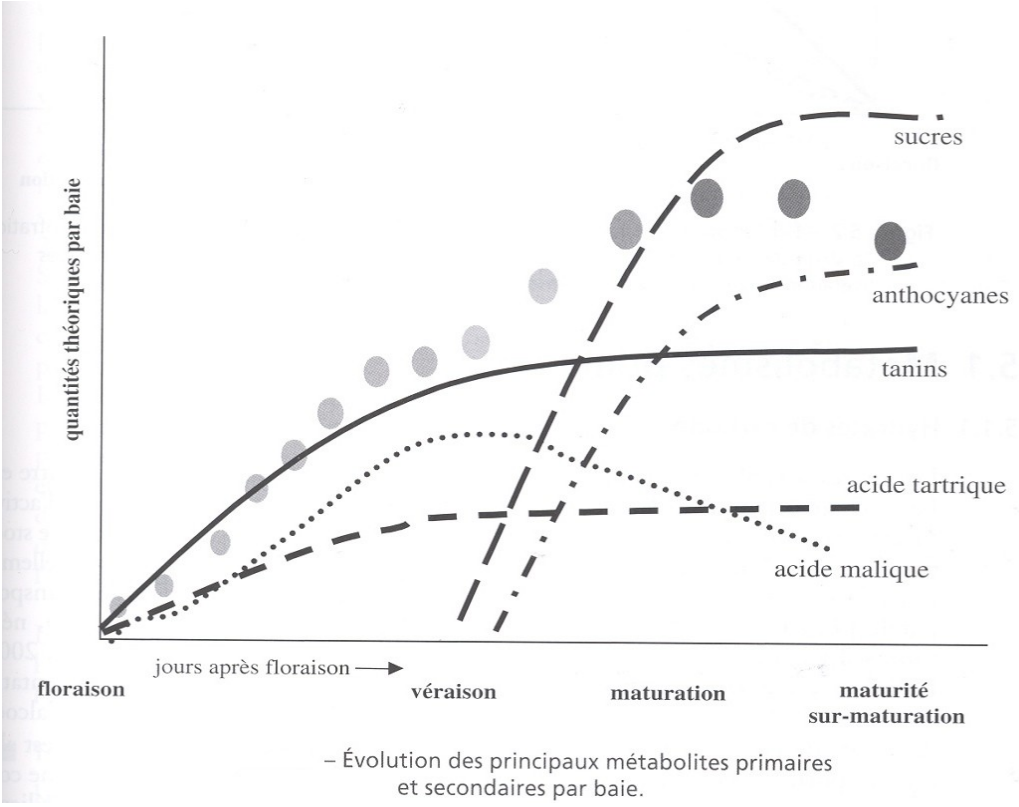
Phase végétative :

-Rôle dans l'équilibre ionique:

- Cations importés

- Protons.

- Accumulation d'énergie dans les vacuoles.



– Évolution des principaux métabolites primaires et secondaires par baie.

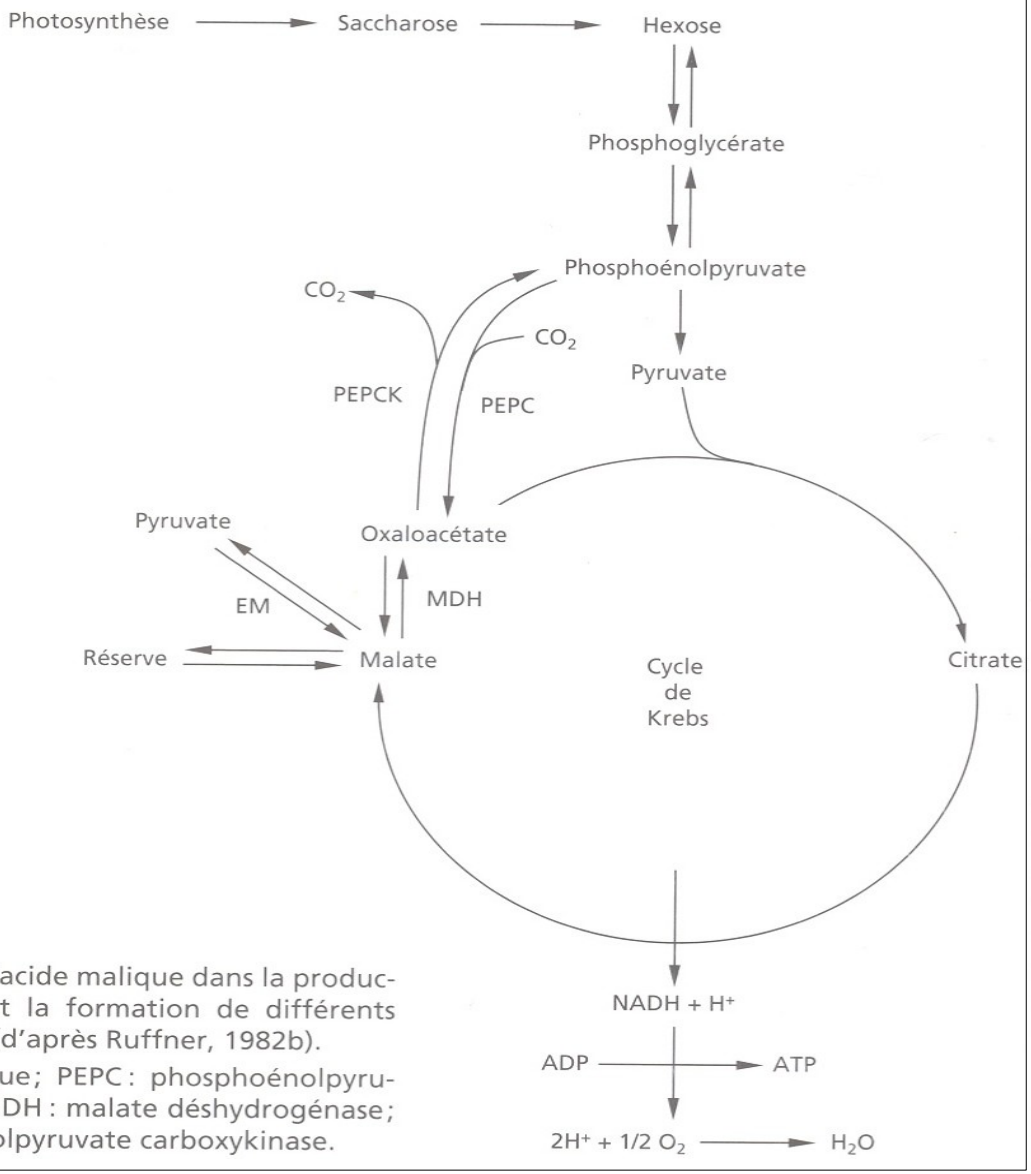
Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

3. Acide malique

Pendant la maturation:

- Dégradation :
  - Production d'énergie.
  - Néosynthèse de glucose.
  - Activité de l'enzyme malique.



— Rôle de l'acide malique dans la production d'énergie (ATP) et la formation de différents substrats dans le raisin (d'après Ruffner, 1982b).

EM : enzyme malique; PEPC : phosphoénolpyruvate carboxylase; MDH : malate déshydrogénase; PEPCK : phosphoénolpyruvate carboxykinase.

Le développement du fruit.

D. La phase de maturation

4. Composés phénoliques

Les tanins sont produits durant toutes les phases:

- Ralentissement après la véraison.

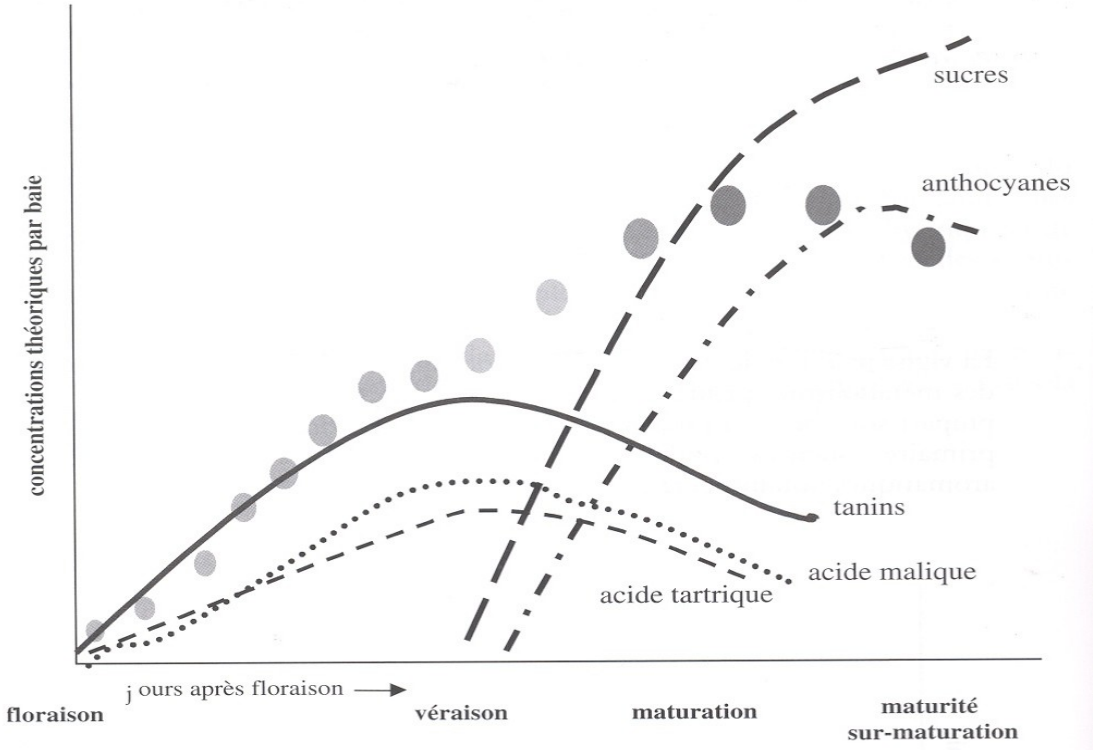
- Stilbène synthase active avant la véraison.
  Resvératrol, viniférine.

- Chalcone synthase:
  Flavonoïde.

Les anthocyanes:

- Production à partir de la véraison.

- Dégradé à partir de la maturité.



– Évolution des principaux métabolites primaires et secondaires en concentration. Il s'agit de courbes théoriques montrant l'évolution de la concentration avant et après véraison, en relation avec le volume de la baie.

Le développement du fruit.

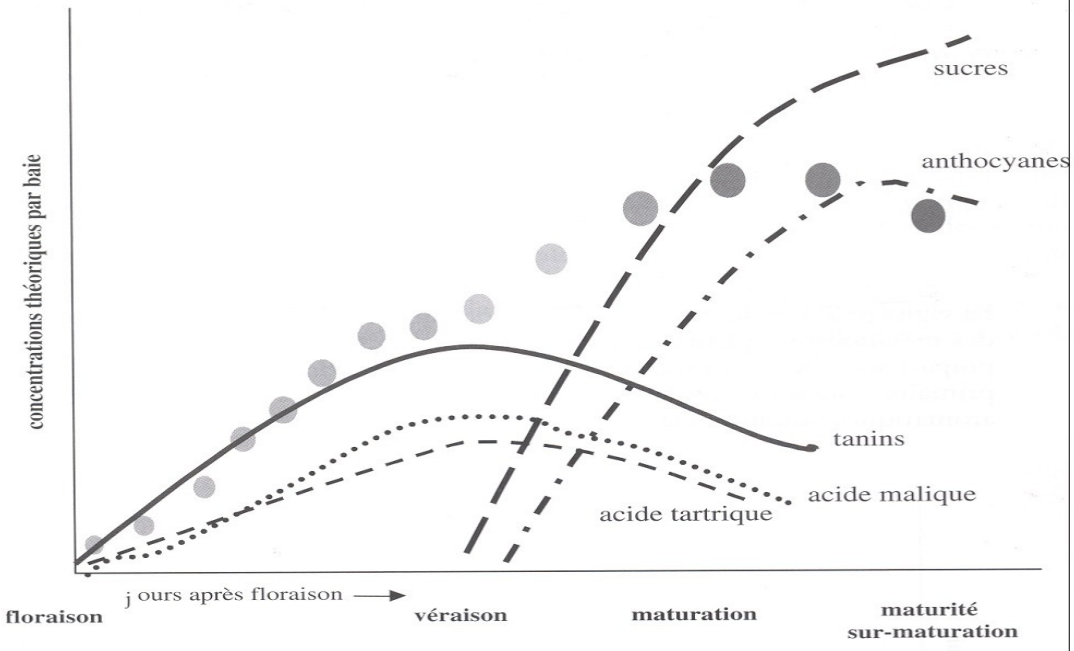
E. La surmaturation

Flux phloémiens réduisent fortement.

Désorganisation des tissus cellulaires:
- Microfissures
- Sensibilité accrue au Botrytis.
- Perte d'eau.

Dégradation:
- Anthocyanes.
- Arômes.

Composés aromatiques:
- Dégradation
- Perte de fraîcheur.



– Évolution des principaux métabolites primaires et secondaires en concentration. Il s'agit de courbes théoriques montrant l'évolution de la concentration avant et après véraison, en relation avec le volume de la baie.

Conclusion

Deux types de reproduction:

1. Cycle de la reproduction sexuée:

- Production de nouveaux individus.

2. Reproduction végétative:

- Cycle annuel dépendant du climat :

  - Période active.

  - Période de repos.

