

# CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT

## I. Germination

### 1. La graine

La graine est le résultat de la reproduction sexuée des plantes à fleurs. Elle provient de la rencontre entre un ovule (femelle) et un grain de pollen (mâle). Les graines sont le plus souvent des organes très déshydratés. Elles sont vivantes mais en vie ralentie. Tant qu'elles sont sèches, elles sont très résistantes. La graine peut subsister, en apparence inerte, jusqu'à ce que les conditions d'environnement (notamment de température et d'humidité) soient favorables à sa germination. La graine est contenue dans un fruit. Elle est constituée d'une plantule (ou embryon), de réserves et d'une enveloppe (ou tégument). La graine peut être transportée par le vent, l'eau, les animaux : elle permet la dissémination de l'espèce.

Les graines ensemencées sont toutes constituées de la même façon : un embryon, des tissus de réserves enfermés dans des enveloppes protectrices mais, il existe des différences morphologiques.

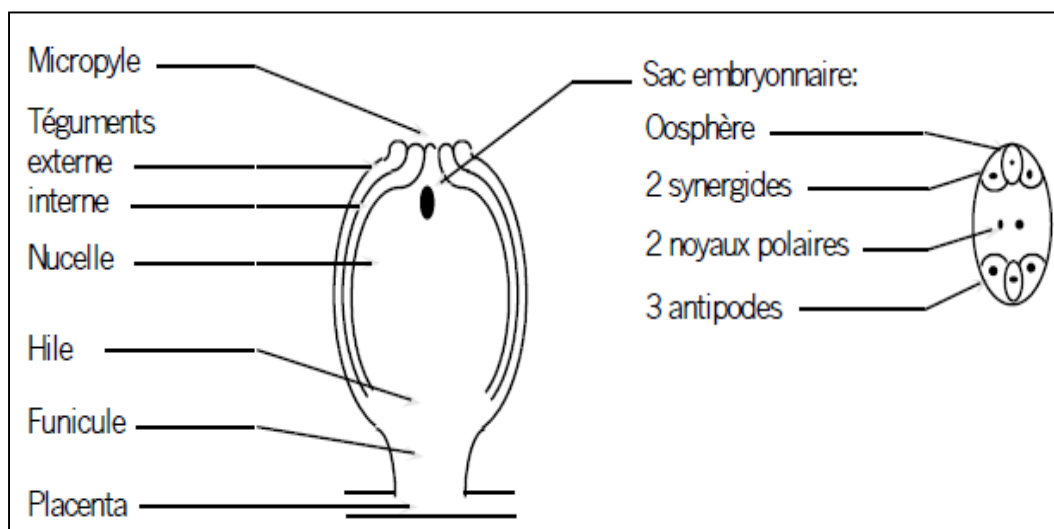


Figure 1. Schéma représentatif des différents constituants de la graine.

### 2. Germination

#### 2.1. Définition

La germination est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase de développement de la plantule. Le processus de germination commence dès que la graine sèche est hydratée. La cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases.

La germination recouvre la séquence des événements allant de la graine au repos jusqu'à l'obtention d'une plantule autotrophe (viable). Les réserves qui jusque-là assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule.

#### 2.2. Physiologie de la germination

La germination des graines comprend trois principales phases :

**Phase 1**, ou phase d'imbibition, correspond à une forte hydratation des tissus, accompagnée d'une élévation de l'intensité respiratoire. Elle implique un mouvement d'eau dans le sens de potentiel hydrique décroissant.

**Phase 2**, encore appelée phase de germination sensu stricto, est caractérisé par une stabilisation de l'hydratation et de l'activité respiratoire à un niveau élevé. Durant cette phase, la graine peut être réversiblement hydratée et réhydratée sans dommage apparemment pour sa viabilité. Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau ; l'hydratation des tissus et des enzymes est totale. La consommation en oxygène est stable. Durant cette phase, il y a reprise de la respiration et des activités métaboliques. La présence d'eau et d'oxygène permet l'activation des processus respiratoires et mitotiques. L'eau rend mobiles et actives les phytohormones hydrosolubles en stock dans la graine. C'est le cas des gibbérellines qui sont véhiculées vers la couche à aleurones où elles vont activer la synthèse d'hydrolases (telles que les  $\alpha$ -amylases, les nucléases ou les protéinases) nécessaires à la dégradation des réserves, à la division et l'élongation cellulaire.

- Les  $\alpha$ -amylases hydrolysent l'amidon stocké dans l'albumen et libèrent des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire.

- Les nucléases permettent la libération d'acides nucléiques impliqués dans la formation des cytokinines, hormones qui stimulent la division cellulaire.

- Les protéinases lysent les réserves protéiques qui favorisent la formation de phytohormones telles que l'auxine responsable de l'élongation des cellules.

La phase de germination au sens strict se termine avec la percée du tégument par la radicule, rendue possible grâce à l'allongement des cellules.

**Phase 3**, caractérisée par une reprise de l'absorption d'eau et une élévation de la consommation d'oxygène puis très rapidement, on assiste à une reprise des divisions et grandissement cellulaire. A ce stade, la déshydratation des tissus cause la mort de la semence, la germination est terminée lorsque la radicule émerge les téguments de la graine.

### **2.3. Les Conditions de la Germination**

La germination dépend de plusieurs facteurs de deux types :

- Les conditions externes qui dépendent de paramètres environnementaux tels que l'eau, la température, l'oxygène et la lumière.

- Les conditions internes qui dépendent de la constitution de la graine telle que la dormance et la photosensibilité de la graine.

#### **2.3.1. Influence des facteurs externes**

**a- L'eau liquide** : La quantité d'eau nécessaire est de 50% à 250% du poids sec de la graine et permet la réhydratation des tissus. Les tissus de réserve varient et font varier la quantité d'eau : L'eau va imbiber la graine, pénétrer les téguments de façon passive :

- Entrée par capillarité

- Imbibition des téguments

- Pénétration dans les tissus

L'absorption de l'eau varie en fonction de :

- La nature des téguments : poreux, cireux...

- La nature du sol : argile, sable, tourbe...

- La température : inférieure ou supérieure à 0°C

Les graines sont capables de récupérer de l'eau dans des sols plus ou moins secs grâce à une forte succion. La forte succion est une des caractéristiques des graines. Ainsi elles peuvent germer dans des sols présentant de faibles teneurs en eau. Par contre si on met trop d'eau elles sont asphyxiées par l'absence d'oxygène. Seules les plantes marécageuses tel que le riz y sont adaptées.

#### **b- La température**

Elle influe sur les activités enzymatiques, la perméabilité des membranes et l'entrée d'oxygène. On peut donc parler de température optimale de germination qui s'entoure d'une plage

de tolérance. On a une gamme de température. Les températures permettent de déterminer la date des semis.

### **c- L'oxygène**

C'est le substrat indispensable à la respiration qui permet la production d'ATP et de matières organiques. La concentration en Oxygène nécessaire est inférieure à la concentration en Oxygène atmosphérique et représente 5 à 10%. Les plantes marécageuses s'adaptent à de faibles teneurs en oxygène, et on fait varier la teneur en oxygène avec la profondeur des semis. On constate aussi que les teneurs perçues par l'embryon sont plus faibles que celles indiquées. En effet l'oxygène traverse plusieurs couches.

L'oxygène pénètre les téguments et, la présence de phénols oxydables peut empêcher le passage d'oxygène (il se retrouve piégé). On traite alors les semences par scarification, destruction superficielle des téguments par griffures, ou utilisation de tissus abrasifs.

## **2.3.1. Influence des facteurs internes**

### **a- La maturité**

La graine est complètement différenciée morphologiquement, les réserves sont bien constituées.

### **b- La viabilité / Longévité des semences**

La graine est vivante et on a conservation du pouvoir germinatif qui varie en fonction des espèces. En effet, la capacité germinative est plus faible pour les arbres que pour les herbacés :

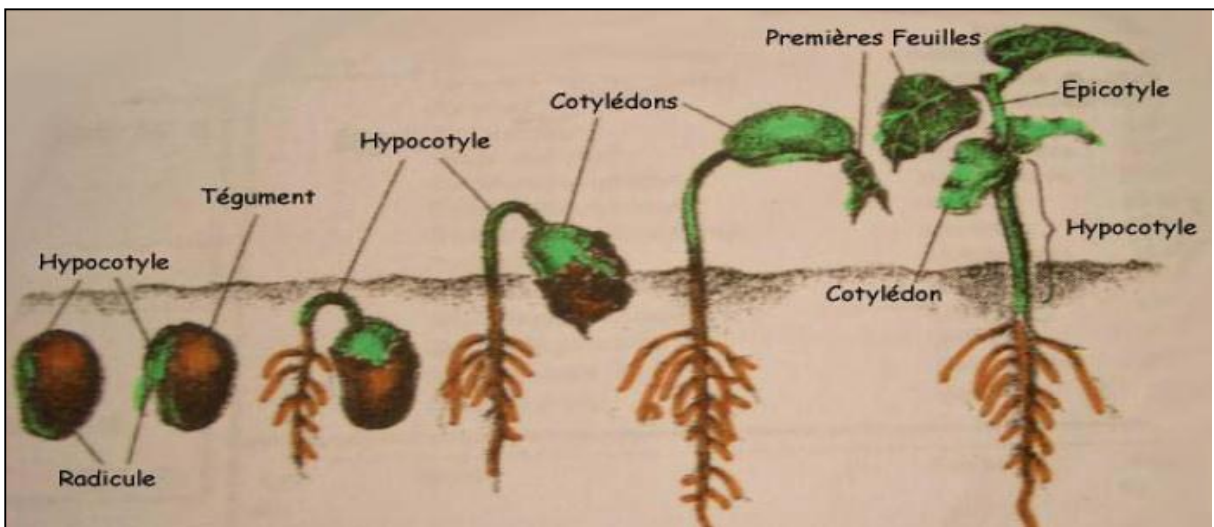
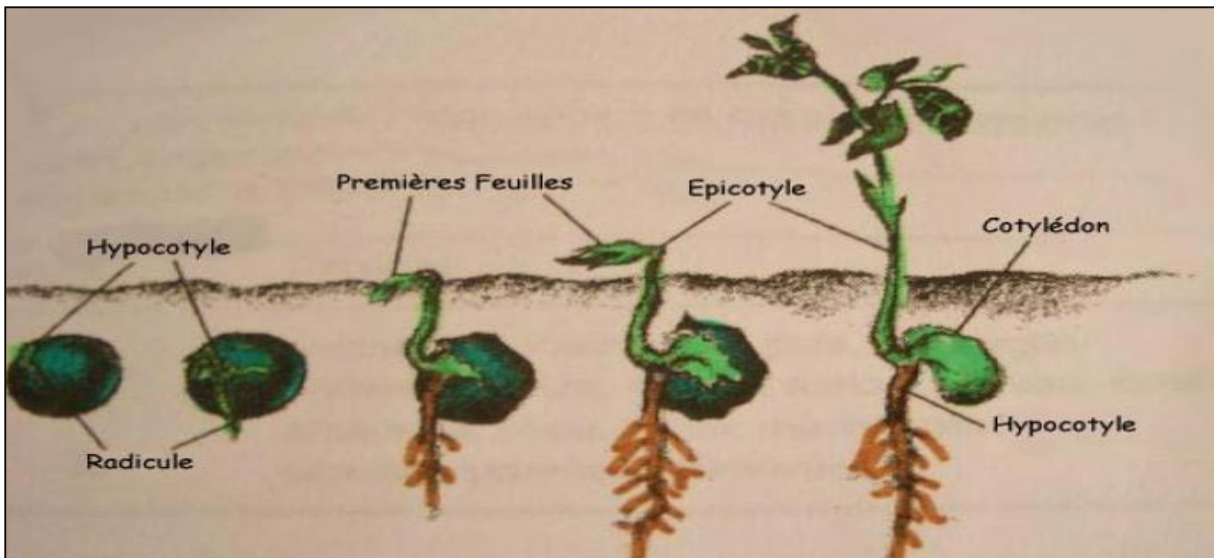
- Quelques jours pour l'érable
- Quelques semaines pour le peuplier
- Quelques mois pour l'hévéa
- Moins d'un an pour les oléagineuses (colza, ricin, arachide...) et, cette variation est due à l'oxydation des réserves, le rancissement
- Quelques années pour les amylacées (céréales)

## **2.4. Les deux types de germinations**

Il existe deux types de germination : Hypogée et épigée.

Lors de la germination hypogée le cotylédon reste dans le sol (exemple des pois) tandis que lors de la germination épigée le cotylédon sort du sol (exemple des haricots). Les cotylédons ont deux rôles successifs :

- Tissu nutritif ou de réserve : la future plantule utilise ces réserves pour percer les téguments.
- Tissu assimilateur : enrichissement en chlorophylle pour la photosynthèse et, on parle de feuilles cotylédonaires.



**Figure 2. Germination : Hypogée et épigée.**

### 3. La dormance

Certaines graines présentent une « **dormance** » : elles ne peuvent pas germer, tant qu'elles n'ont pas suffisamment séjourné au froid, même si les conditions habituellement favorables sont réunies (température, humidité). Cela prévient la graine d'une germination prématurée.

- *Exemple* : La graine du pommier (pépin de pomme) a besoin d'un séjour à 5 °C pour lever sa dormance (de façon artificielle, placer la graine une semaine au réfrigérateur). Ensuite, elle germera dans les conditions habituelles.

- *Contre-exemple* : La graine de haricot n'a pas de dormance et peut germer à n'importe quelle période de l'année. Elle nécessite au minimum un peu d'eau et une température d'au moins 15 °C pour germer, la température idéale étant aux alentours de 20 °C (voire légèrement plus). Elle germe en moins d'une semaine.

**Nota** : Attention les semences de graminées (le maïs et le riz, le blé, l'orge, l'avoine, etc.) sont en fait des fruits secs (appelés caryopses) qui ne s'ouvrent pas (indéhiscents) et qui contiennent la graine. Le « grain » de blé n'est pas une graine, mais il contient la graine.

La dormance peut être soit d'origine embryonnaire, soit d'origine tégumentaire. En outre, elle ne concerne pas toutes les espèces au même degré.

### 3.1. Dormances embryonnaires

#### - Dormance primaire

Déterminisme inconnu. Elle s'installe dès le développement de l'embryon, et n'est pas comparable à l'état des embryons incomplets (qui ne se développent pas ou pas bien non plus). Exemple : Pommier (dormance embryonnaire) ; Frêne (embryon incomplet).

#### - Dormance secondaire

Induite par des conditions défavorables, elle demande un traitement spécifique pour être levée. Rien ne permet de dire que les embryons en dormance primaire ou secondaire sont dans le même état.

### 3.2. Elimination de la dormance embryonnaire par le froid

- **Froid** = température basse, mais  $> 0$ , agissant après imbibition.

- **Stratification** : pratique de pépiniéristes (couches superposées de graines et de terreau ou terre, laissées à l'action du froid pendant l'hiver). Par extension, terme généralisé à l'ensemble des traitements par le froid.

La levée de la dormance ne nécessite pas une basse température constante, mais une quantité de froid : les traitements longs sont les plus efficaces : 1 à quelques mois à  $5^{\circ}\text{C}$  lèvent la dormance de la plupart des espèces (concernées).

### 3.3. Autres facteurs

- En anoxie complète, un traitement à  $15 - 20^{\circ}\text{C}$  lève mieux la dormance qu'un traitement par le froid.
- Une température de  $30 - 35^{\circ}\text{C}$  peut lever la dormance, mais inhiber la germination.
- Les gibbérellines stimulent la germination et peuvent lever la dormance.
- L'amputation des cotylédons, totale ou partielle, peut favoriser une levée de dormance.
- Nombreux facteurs (sûrement nombreuses voies).
- Les basses températures sont le principal facteur naturel, les autres permettent de comprendre le phénomène.

### 3.4. Mécanisme de dormance embryonnaire

- Basse température : stimulation d'activités enzymatiques *lors du retour* à température normale : peroxydases, lipases, protéases, amylases (hydrolyse des réserves).
- Basse température : dérépression génique : nombreux résultats sur les bourgeons, mais assez peu sur les graines
- Métabolisme énergétique : implication réduite du cycle des pentoses pendant la dormance, mais plus actif que le cycle de Krebs lors de la germination.

### 3.5. Régulateurs de croissance

- L'ABA inhibe la germination et induit une dormance secondaire, mais ne peut rien contre la levée par le froid. On note une diminution des teneurs en ABA au cours de la germination.
- Les GA s'opposent à l'effet de l'ABA.
- Equilibre entre plusieurs facteurs et non effet d'un seul ; évolution progressive vers la levée.