

## Partie 2. DEVELOPPEMENT des VEGETAUX

### INTRODUCTION

Les angiospermes et les gymnospermes font partie du royaume des plantes. Une différence majeure qui définit souvent ces plantes est les **graines** qu'elles contiennent. Les graines d'angiospermes sont celles qui sont dissimulées dans le fruit. Les graines de gymnospermes, par contre, sont exposées et considérées comme des graines nues.

En dehors de la multiplication végétative, les étapes de la vie d'une plante à fleur sont la germination, le développement de l'appareil végétatif (racines, tiges et feuilles) et sa croissance, suivis de la floraison, de la pollinisation et de la fructification. Les fruits contiennent de nouvelles graines, qui seront à l'origine de nouvelles plantes (Fig 1). Comme les animaux, les plantes sont sujettes au vieillissement et à la mort. En fonction de leur durée de vie, on distingue des plantes annuelles (cycle de vie d'une année), des plantes bisannuelles (cycle de vie de deux années) et des plantes vivaces (cycle de vie étalé sur plus de deux années).

Le cycle de vie (cycle de développement), est la période de temps pendant laquelle se déroule une succession de phases qui composent la vie complète d'un organisme vivant par reproduction.

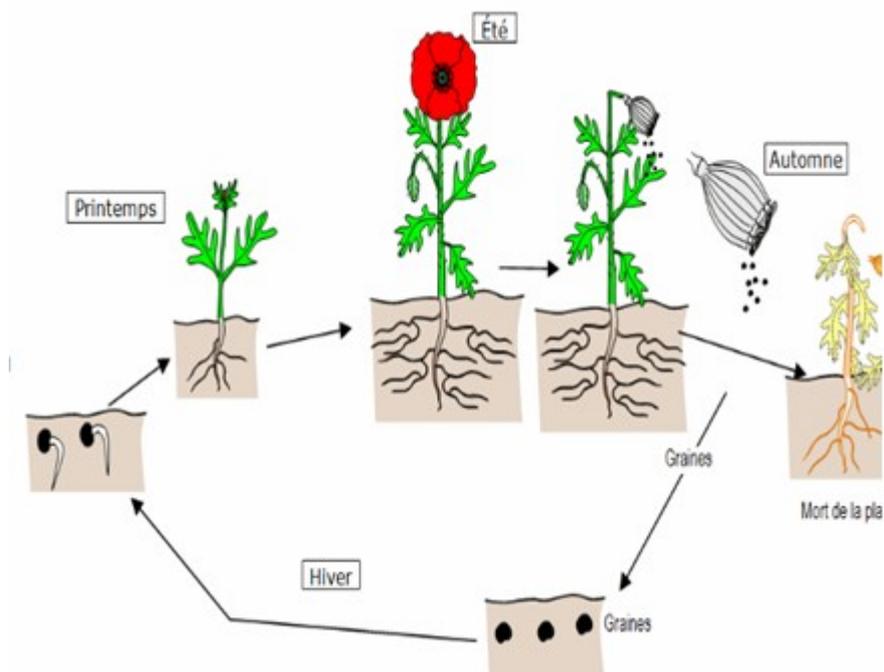
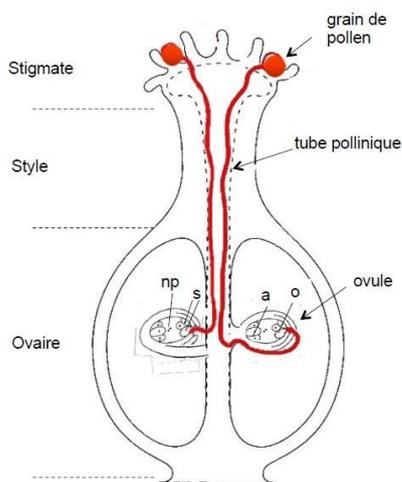


Figure 1. Cycle de vie d'une plante

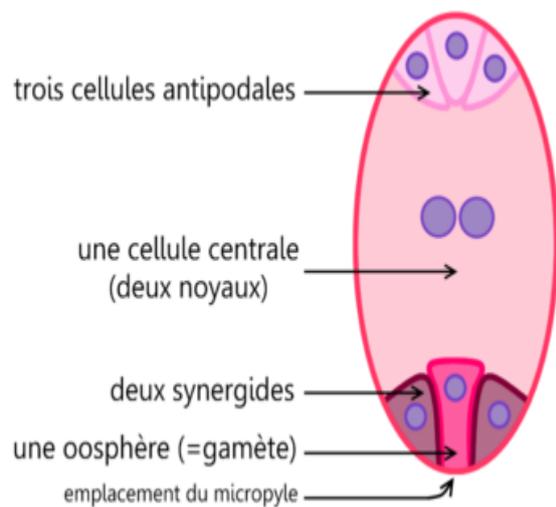
# 1. Formation de la graine

La graine est issue du développement de l'ovule fécondée par l'organe mâle. Dans le fruit, elle prend sa forme et sa taille définitive. La graine est formée par la pollinisation (fécondation) de la fleur. C'est un des moyens qu'utilise la plante pour s'approprier la mobilité des animaux et disperser au mieux ses gènes dans son entourage.

Une fois déposé sur le stigmate, le grain de pollen s'hydrate et produit un tube qui pénètre dans le style et progresse jusqu'au sac embryonnaire. L'acheminement jusqu'à l'oosphère est facilité par la proximité du hile dans le cas des ovules anatropes, alors que le tube pollinique doit s'engager dans la loge carpellaire pour atteindre le hile des ovules orthotropes (Fig 2). Dans le tube pollinique descend d'abord le noyau végétatif suivi par les 2 noyaux spermatiques issus de la division du noyau spermatique. Le noyau végétatif dégénère et les deux noyaux spermatiques sont expulsés dans le sac embryonnaire. L'un des noyaux spermatiques fusionne avec l'oosphère donnant un **zygote diploïde** qui se développera en **embryon**. L'autre noyau spermatique fusionne avec les noyaux polaires pour donner un noyau triploïde (3n) qui par mitose successive formera l'**albumen** (Fig 3). C'est la « double fécondation ». Dans des conditions favorables, la fécondation suit la pollinisation de quelques heures à plusieurs semaines.

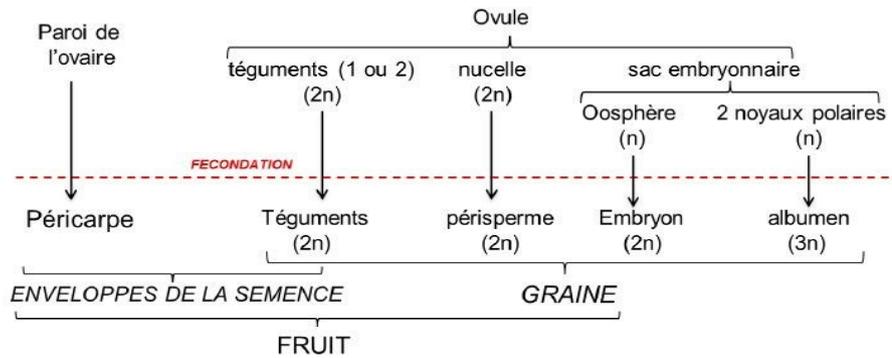


**Figure 2.** Croissance du tube pollinique (en rouge) jusqu'à l'oosphère (gamète femelle) située dans un ovule



**Figure 3.** Schéma du sac embryonnaire (gamétophyte femelle) chez les Angiospermes

La figure 4 montre le devenir des différentes parties de l'ovule et de l'ovaire après la fécondation. La graine provient du développement de l'ovule : les téguments de l'ovule se transforment en téguments de la graine et sont diploïdes (2n, maternels) ; l'embryon diploïde (1n maternels + 1n paternels) se développe dans un tissu triploïde (2n maternels + 1n paternels), l'albumen, qui croît aux dépens d'un tissu diploïde, d'origine maternelle, le nucelle qui prend le nom de périsperme.



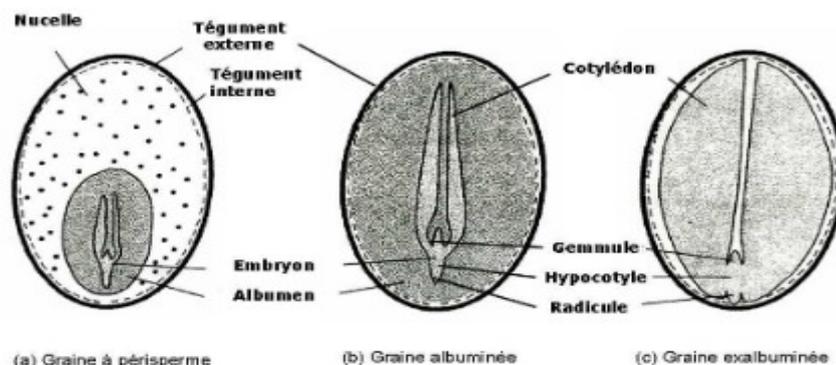
**Figure 4 :** Origine des différentes parties des graines et des fruits des Angiospermes.

Cependant, dans l'immense clade des Angiospermes, la graine est constituée d'un embryon (qui en se développant sera la future plante), d'albumen (tissu plus ou moins important constituant des réserves de nourriture pour assurer la germination et le développement de l'embryon), d'un cotylédon (plantes monocotylédones), ou de 2 (plantes dicotylédones) ou de plusieurs cotylédons (cas des conifères par exemple), le tout protégé par une enveloppe solide appelée "tégument". L'embryon est normalement constitué d'une tigelle, d'un radicule et d'un ou deux cotylédons

➤ Le cotylédon est la première feuille (feuille primordiale ou germinale), constitutive de la graine, et qui se présente à la germination. Ces premières feuilles ne sont pas réellement des feuilles, en ce qu'elles n'ont absolument pas l'apparence qu'auront les feuilles définitives de la plante. Il s'agit en quelque sorte de "pré-feuilles". Situés dans la graine avant la germination, les cotylédons sont chargés de divers types de réserve : protéines, lipides, sucres. Ces réserves, qui sont stockées sous forme complexe, sont dégradées au cours de la germination, par des enzymes. Les petites molécules issues de cette dégradation sont transportées vers l'embryon, qui les utilise pour continuer son cycle de développement.

La graine se compose essentiellement d'un tégument simple ou double et d'une amande formée de l'embryon et de tissus de réserves constituant l'albumen. On distingue traditionnellement trois types de graines d'angiospermes en fonction de la structure stockant les réserves (Fig 5). Si les réserves sont accumulées dans :

- l'**albumen**, la graine est dite **albuminée** (blé, riz, maïs, café, tomate, ...) ;
- les **cotylédons de l'embryon**, elle est dite **exalbuminée** (pois, haricot, soja, ...) ;
- le **nucelle**, un tissu de la plante mère, il s'agit d'une graine à **péricarpe** (poivre, ...).



**Figure 5.** Les types de graines

La graine, organe végétal donnant naissance à une nouvelle plante, est constituée de trois structures.

- ✓ **l'embryon**, ébauche de la nouvelle plante (bébé plante) ;
- ✓ **les tissus nourriciers**, stockant des nutriments pour le développement ultérieur de l'embryon ;
- ✓ **les téguments**, entourant et protégeant l'intérieur de la graine (embryon et tissus nourriciers).

## 2. La germination et la levée

La germination de la graine est la première étape du cycle de végétation. Elle consiste à la sortie de l'embryon ou germe de la graine hors des téguments. La germination n'est possible que chez une graine mûre, c'est-à-dire qui a terminé l'accumulation des réserves et a atteint un état de déshydratation poussé. En outre, certaines graines ne peuvent pas germer si elles n'ont pas été exposées, au préalable, au froid. Ce phénomène est qualifié de dormance et se traduit par le fait que même si des conditions favorables de température et d'humidité sont réunies, la graine dormante qui n'a pas subi le froid hivernal ne pourra pas germer. Cette caractéristique, limitée à quelques espèces, empêche la graine de germer prématurément. La germination de la graine dépend de facteurs externes et internes et se manifeste notamment par des modifications morphologiques, visibles à l'œil nu, et par des modifications, au niveau cellulaire, qui ne peuvent être observées qu'au microscope.

La germination est le passage de la plantule de la vie ralentie à la vie active. Pour que cette germination se réalise, il faut que la graine remplisse des conditions qui sont des influences externes (l'eau, l'air et la chaleur) et des conditions internes (ce sont les conditions liées à la graine). Des conditions internes : la graine doit être vivante, bien constituée (bonne réserve alimentaire), bien mûre, et enfin, il faut que la semence ne soit pas vieille. L'ensemble de ces quatre (4) conditions internes constituent la faculté germinative d'une graine. On exprime la faculté germinative, par le nombre de semences qui ont germé normalement pour cent semences placées dans les conditions normales de germination. L'énergie germinative c'est la rapidité de germination. En général, plus la plante dure longtemps moins sa graine germe vite. Exemple : plante pérenne. On dit que l'énergie germinative est suffisante, quand plus de la moitié des semences, ont germé dans le tiers du temps nécessaire à la germination.

Lors de la germination, plusieurs étapes se succèdent. La première condition de la germination est l'hydratation. En s'imbibant d'eau, la graine se réhydrate, ce qui se manifeste extérieurement par son gonflement et son ramollissement et aboutit à l'éclatement des téguments qui enveloppent la graine. Toutefois, chez certaines graines, des téguments imperméables s'opposent à la pénétration de l'eau et leur destruction est un préalable à l'imbibition de la graine. Cette destruction peut être due à différents phénomènes, comme l'action de moisissures ou le passage de la graine à travers le tube digestif d'un animal.

Enfin, en dehors de quelques cas particuliers, la lumière n'est pas une condition indispensable au démarrage de la germination, mais une fois celle-ci commencée, la lumière est indispensable au développement normal des organes chlorophylliens, comme les feuilles. En absence de lumière, la germination aboutit à une jeune plante dépourvue de chlorophylle, phénomène qualifié d'étiollement.

La germination se traduit ensuite par la croissance de la radicule qui perce les enveloppes de la graine et commence à s'allonger dans le sol. Elle donnera naissance aux racines. La tigelle s'allonge et forme la tige tandis que la gemmule donne naissance aux premières feuilles.

Le développement de la plantule et le début de la croissance sont rendus possibles par l'utilisation des réserves nutritives contenues dans la graine avant que la photosynthèse prenne le relais pour assurer l'approvisionnement de la plante. Lorsque toutes les réserves de la graine ont été consommées, on considère que la germination est terminée et l'on passe à la deuxième étape du cycle de vie appelé la croissance.



**Figure 6.** Les étapes de la germination et la levée

### 3. La croissance et le développement

La croissance végétale, est l'ensemble des changements **quantitatifs** irréversibles (augmentation des dimensions) de la plante qui se produisent au cours du temps. Elle comprend :

- la multiplication des cellules ;
- l'allongement des entrenœuds et des racines ;
- la ramification ;
- la multiplication et la croissance des feuilles ;

Le développement, inclus la croissance, mais aussi la différenciation des organes, tissu, forme, fonction... On a donc : l'organogénèse, l'histogénèse, morphogénèse... C'est un aspect **qualitatif**.

Contrairement à la plupart des animaux, les plantes présentent une croissance indéfinie, c'est à dire qu'elles poursuivent leur croissance tout au long de leur vie. Sous nos climats, la croissance des plantes vivaces, celles qui vivent plusieurs années comme les arbres, est discontinue. La naissance de nouveaux rameaux feuillés est assurée chaque année par l'éclosion des bourgeons qui ont été formés lors de la saison favorable et ont passé l'hiver en vie ralentie.

La croissance en épaisseur des troncs d'arbre est aussi discontinue. Une nouvelle couche de bois est produite chaque année et s'ajoute à celle produite l'année précédente. Sur une coupe transversale de tronc d'arbre, on peut observer des cernes concentriques qui correspondent aux couches de bois ajoutées chaque année. Il est ainsi possible de déterminer l'âge de l'arbre en en comptant les cernes.

La croissance est une donnée qui peut s'exprimer en unité de longueur par unité de temps ou en unité de masse par unité de temps.

Les plantes sont capables d'une très grande plasticité phénotypique ce qui serait en partie due à leur capacité de s'acclimater à leur environnement et à ses variations au cours de leur croissance. Un tel mécanisme nécessite que la plante puisse percevoir un signal environnemental qui modifie la croissance normale de la plante. Parmi le nombreux mécanisme d'adaptation, citons :

- **la thigmotropisme** : modification de la croissance à la suite d'un stimulus mécanique de contact comme le vent ;
- **la phototropisme** : modification de la croissance sous l'effet de la lumière ;
- **le gravitropisme** : modification de la croissance sous l'effet de la gravité

## 4. La floraison

La floraison correspond au développement des boutons floraux, bourgeons particuliers qui donnent naissance aux fleurs.

Ces dernières constituant les organes reproducteurs, la floraison marque le commencement d'un nouveau cycle de reproduction sexuée. Elle ne peut se produire que lorsque la plante a atteint la maturité sexuelle. Chez les plantes vivaces ou pérennes (pouvant vivre plusieurs années), une fois les graines formées, la plante meurt. Sous nos climats, la floraison est synchronisée avec les saisons, chaque plante formant ses fleurs à un moment particulier de l'année, spécifique à chaque plante et déterminé, le plus souvent, par les conditions climatiques, température, éclaircissement et précipitations. Chez les plantes vivaces, la floraison peut se produire une ou plusieurs fois dans leur vie. Ainsi, les agaves ne produisent de fleurs qu'une seule fois dans leur vie, au bout de plusieurs années et meurent ensuite. Les arbres ont pour la plupart plusieurs floraisons.

Il peut exister, selon les espèces de végétaux supérieurs, trois types de fleurs:

- **Des fleurs bisexuées** comportant les deux types d'organe mâle et femelle: Ce sont aussi des **fleurs hermaphrodites**, dites aussi « **fleurs parfaites** »,
- **Des fleurs uniquement mâles** qui portent des étamines mais pas d'ovaire.
- **Des fleurs uniquement femelles**, dotées d'un ovaire mais dépourvues d'étamines ou ayant des étamines atrophiées. Ces **fleurs unisexuées** peuvent se situer sur la même plante (maïs, courgette...) : la **plante est dite monoïque** ou sur des plantes différentes dites **plantes dioïques**

## 5. Fructification

La fructification est le phénomène de transformation par fécondation des fleurs en fruits. Ceci-dit, Le passage de la fleur au fruit ou « nouaison » est normalement consécutive à la fécondation. Si la nouaison a lieu sans fécondation, on parle de **parthénocarpie** et le fruit ne renferme pas de graines ; par opposition à la **sténospermocarpie** où la pollinisation et la fécondation se déroulent normalement.

Il est à noter que la paroi de l'ovaire donne naissance aux tissus du fruit (Fig 7). Elle peut se développer soit en **une structure succulente** et aboutir ainsi aux **fruits charnus** comme **les baies** (raisin, banane, tomate ...), les **piridions** (pomme et poire) et **les drupes** (olive, pêche, cerise ...) ou bien évoluer vers **une structure lignifiée** à maturité dans le cas des fruits secs. Ceux-ci peuvent être **déhiscents**, ils s'ouvrent alors pour libérer les graines, comme par exemple les **follicules** (pivoine, magnolia ...), les **gousses** (pois, fèves), les **siliques** (chou, radis, colza) ou **indéhiscents** comme les **akènes** (tournesol, renoncule), les **caryopses** (graminées) et les **samares** (érable, frêne).

En général, le fruit est un organe caractéristique des plantes des angiospermes contenant des graines qui résulte de la transformation de la fleur. Après la fécondation, l'ovaire se transforme en fruit qui permet de protéger les graines et d'aider à leur dissémination. Une fois le fruit mûr, il s'ouvre ou se détache de l'arbre. La libération des graines se fait alors par décomposition du fruit.



Figure 7. Etape de formation d'un fruit

Il existe trois types essentiels de fruits : simple, multiple, composé.

- **Fruits simples** : Ils proviennent d'un carpelle simple ou d'un ovaire composé.
- **Fruits multiples** : Ils sont formés par la fusion de plusieurs carpelles libres d'une seule fleur. Un fruit multiple est la réunion, sur un réceptacle commun, de chaque petit fruit provenant d'un carpelle isolé (par exemple, la mûre, la framboise).
- **Fruits composés** : Ils proviennent de la réunion de plusieurs carpelles appartenant à des fleurs distinctes d'une même inflorescence (par exemple, l'ananas, la figue). Les fruits composés peuvent être charnus ou secs à maturité.

**Remarque : Les fleurs d'un arbre donnent-elles toujours des fruits ?** Un fruit est toujours issu d'une fleur, mais une fleur ne donne pas nécessairement un fruit et cela pour plusieurs raisons à la fois biologiques et environnementales.

## 6. Cycle de vie

Beaucoup d'espèces végétales passent par de nombreuses étapes de développement. La même séquence d'étapes recommence encore et encore avec les générations suivantes et est appelée « cycle de la vie ».

La vie d'une plante à fleurs par exemple, démarre à l'état de graine. La graine germe, et donne une plante. Cette plante va se développer puis fleurir. Après la floraison, viennent les fruits. Les fruits contiennent de nouvelles graines, qui seront à l'origine de nouvelles plantes. Comme la plante à fleurs a besoin d'un partenaire, on dit que sa reproduction est sexuée. Ce cycle permet à l'espèce d'assurer sa descendance.

En général, le cycle est déterminé par 3 stades :

1. **Stade de plantule.** Il commence à la fin du développement de la graine et termine quand la plante devient indépendante des réserves contenues dans la graine, vie en autonomie grâce à la photosynthèse. Normalement, le stade de plantule se termine quand la plante présente 2-4 feuilles complètement développées et fonctionnelles. Nous pouvons alors parler de "**plante adulte**".
2. **Phase végétative.** la plante continue à pousser et à produire de nouvelles feuilles, tiges et racines. Dans certains cas, elle va aussi produire un tronc ligneux et d'autres types d'organes, comme les vrilles des plantes grimpantes. Selon l'espèce de plante, la phase végétative peut se prolonger pour quelques jours/mois uniquement ou pour des années, le cas des arbres.
3. **Phase reproductive.** C'est la phase qui voit la production des fleurs et, plus tard, de graines et fruits. Chez les plantes annuelles, elle correspond aussi à la dernière phase de la vie. Chez les plantes pérennes, elle est suivie par une nouvelle phase végétative, et ainsi de suite.

Cependant, ce cycle de vie est le cycle de vie idéal pour une plante. La plupart des plantes sont mangées sous forme de graine au moment de la dormance, lors de leur germination, leur croissance ou encore pendant leur phase adulte.