

LECON 12 : REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES**INTRODUCTION :**

Beaucoup de végétaux possèdent des fleurs et des graines et sont appelés **Phanérogames** (« mariage visible »). La graine étant l'organe caractéristique, on préfère aujourd'hui le terme de **Spermaphytes** (« plantes à graines ») qui comprend deux groupes : les **Gymnospermes** ou plantes dont les ovules ne sont pas enfermés dans un ovaire clos et les **Angiospermes** dont les ovules sont dans un ovaire clos. Notre étude va porter sur ce dernier groupe qui est formé de végétaux supérieurs qui sont non seulement des plantes vasculaires mais encore des plantes à fleurs et à graines enveloppées ou plus précisément enfermées dans des fruits ; la fleur étant leur appareil reproducteur.

I-ORGANES REPRODUCTEURS ET GAMETES**A-ORGANISATION GENERALE DE LA FLEUR****1)- Généralités :**

Une fleur est dite **monoïque** lorsque chaque individu porte à la fois des fleurs mâles et des fleurs femelles ; elle est dite **dioïque** quand chaque individu porte un seul genre de fleur mâle ou femelle.

Une fleur peut être **unisexuée** (mâle ou femelle) ou **bisexuée** (mâle et femelle). Une fleur est formée par un ensemble de pièces florales placées sur l'extrémité renflée ou **réceptacle** d'un rameau, le **pédoncule floral** qui est inséré sur la tige. Généralement, les organes reproducteurs sont protégés par un ensemble de pièces protectrices formant les **verticilles**.

2)- Les pièces protectrices :

Sont des pièces stériles et on a de l'extérieur vers l'intérieur :

****Le calice** : vert généralement et formé de sépales soudés à leur base (gamosépales) ou libres (dialysépales) ;

****La corolle** composée des pétales ou pièces colorées de la fleur. Ces pétales peuvent être soudés (**gamopétales**) ou non (**dialypétales**). S'ils sont libres comme pour le pois, on peut remarquer, un pétale plus grand, relevé et légèrement échancré (creusé vers l'intérieur).

ou entaillé sur le bord) qu'on appelle **étendard** sous lequel on trouve deux pétales faiblement unis et constituant ensemble la **carène** (partie immergée de la coque ou ensemble de la membrane ou du revêtement d'un navire). **Calice et corolle forment le périanthe ou enveloppe florale.**

2)- Les pièces fertiles :

On a les :

****Étamines**

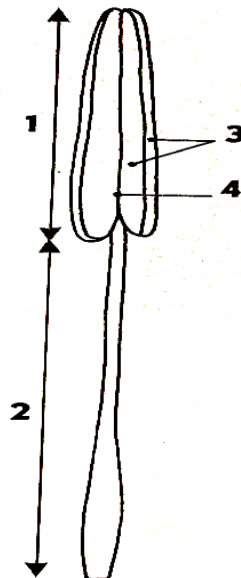
ou organes reproducteurs mâles formant l'**androcée**. Pour le pois, on a 10 étamines dont 9 sont soudées par leur filet jusqu'à la moitié de leur longueur ce qui forme une gouttière où se trouve le pistil et la 10^{ème} étamine est isolée.

****Carpelles**

ou organes reproducteurs femelles de la fleur formant le **gynécée** ou **pistil**.

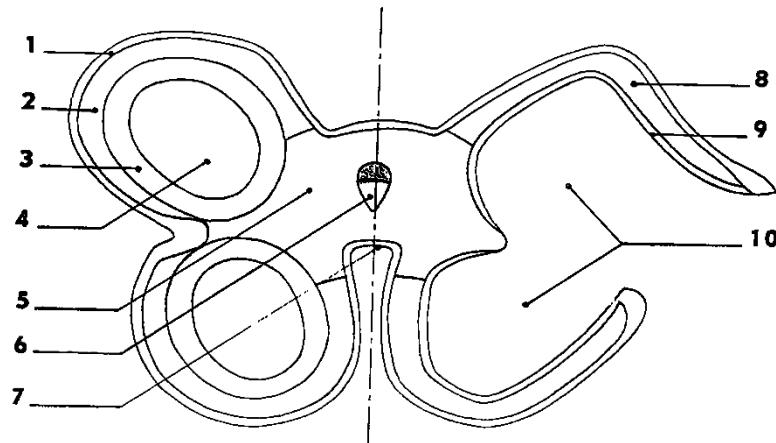
B-L'ETAMINE ET LE GRAIN DE POLLEN

1)- L'étamine : Figure 1 : Coupe longitudinale d'une étamine



Elle présente une partie allongée, le **filet(2)** portant une masse renflée, l'**anthère (1)**. Une anthère observée à la loupe, montre alors que les grains de pollen se sont échappés, les fentes de déhiscence, orientées normalement vers l'intérieur de la fleur. Ces fentes ont fait s'ouvrir à l'extérieur les loges polliniques elles mêmes divisées en deux sacs contenant de petits grains : le **pollen**. Ainsi les loges polliniques situées de part et d'autre du prolongement du filet ou **connectif (4)** constituent l'essentiel de l'anthère formée de quatre sacs polliniques (3).

Figure 2 : Coupe transversale d'une anthère jeune (moitié gauche) et mûre (moitié droite).



1 : épiderme 2 : assise mécanique 3 : assise nourricière 4 : cellules mères des grains de pollen 5 : parenchyme 6 : faisceau libéro-ligneux 7 : connectif 8 : assise mécanique 9 : restes de l'assise nourricière 10 sacs polliniques ouverts

L'anthère présente toujours un **faisceau de tissus conducteurs** (parenchyme et **faisceau libéro-ligneux**) et un **épiderme** périphérique mais si l'étamine est mûre, les sacs polliniques occupés par les grains de pollen sont limités par une couche discontinue de cellules très différenciées : **l'assise mécanique** qui permet la déhiscence. Si l'étamine est très jeune, l'assise mécanique est formée de grandes cellules dont les parois internes ne sont pas encore épaissies et à l'emplacement des grains de pollen, on voit des cellules polyédriques, les **cellules mères** des grains de pollen entourées de **cellules nourricières** appelées à se résorber avec la maturité.

2)- Les grains de pollen :

a)- Structure d'un grain de pollen : Figure 3

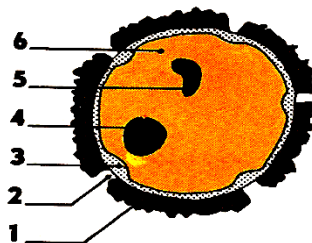


FIG. 6. - Coupe schématique d'un grain de pollen. 1. Membrane externe épaisse et ornée. 2. Pore. 3. Membrane interne mince. 4. Noyau végétatif. 5. Noyau reproducteur. 6. Cytoplasme.

Lorsque la fleur est suffisamment avancée, les anthères sont couvertes d'une poudre jaune d'or, le pollen dont l'observation à « sec » ou mieux dans une goutte d'eau sucrée à 10% montre des grains plus ou moins sphériques, les grains de pollen. Ils sont limités par une membrane externe, épaisse, parfois perforée et toujours finement ouvragé (orné), l'**exine** qui est cutinisée, rigide, imperméable et doublée à l'intérieur d'une seconde enveloppe, l'**intine** plus mince, souple, lisse et cellulosique. **La taille, la forme et l'ornementation des grains sont caractéristiques d'une espèce.** Si nous écrasons avec la lamelle des grains de pollen montés dans une goutte d'eau iodée, on pourra constater qu'il sort des grains écrasés, du cytoplasme coloré en jaune et de nombreux grains d'amidon colorés en bleu. Ceux-ci constituent une réserve nutritive abondante. On pourra aussi voir que le cytoplasme de chaque grain de pollen contient une tache circulaire assez floue, le **noyau végétatif** qui est plus gros que le **noyau reproducteur** souvent légèrement aplati.

b)- Formation des grains de pollen : Figure 4

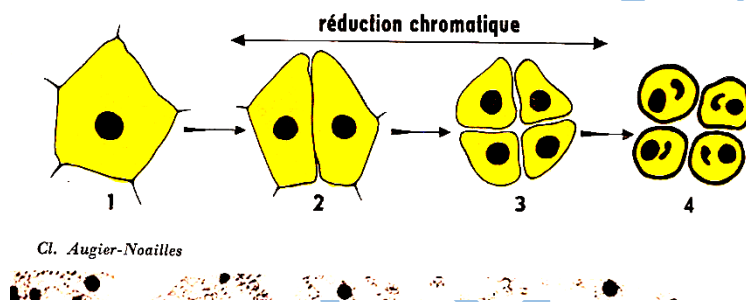


FIG. 7. - Formation des grains de pollen. 1. Cellule mère à $2n$ chromosomes. 2. Réduction chromatique, première division. 3. Réduction chromatique, deuxième division aboutissant à la formation de tétraspores à n chromosomes. 4. Grains de pollen : 2 noyaux à n chromosomes.

Dans le bouton floral, l'anthère d'une étamine jeune contient **4 massifs** de larges cellules dont le noyau est volumineux et contient **$2n$ chromosomes**. Ce sont les **cellules mères des grains de pollen** qui sont diploïdes.

Chaque cellule mère subit ensuite deux divisions successives de méiose au cours desquelles a lieu une réduction chromatique. La **tétrade** de cellules provenant de cette façon d'une cellule mère est formée par 4 jeunes grains de pollen uninucléés et haploïdes car leurs noyaux ne contiennent chacun que n chromosomes.

Les grains de pollen se chargent alors de réserve, dédoublent leur membrane en exine et intine, puis noyau se divise en deux ; le **noyau végétatif** et le **noyau reproducteur**.

Au cours de leur maturation les grains de pollen se sont séparés les uns des autres, ils se sont déshydratés et forment une poudre emplissant les sacs polliniques mûrs. La déhiscence de l'anthère libère alors le pollen.

C- LE CARPELLE ET L'OVULE

1)- Le carpelle : Figures 9 et 10

Un carpelle est formé de bas en haut d'une partie renflée, l'ovaire qui repose sur le réceptacle et qui est surmonté d'un long filet, le **style** se terminant par le **stigmate** recouvert d'un liquide gluant, de **poils** ou **papilles** permettant de retenir les grains de pollen.

L'ensemble stigmate-style-ovaire forme le **gynécée** ou **pistil**. Une coupe transversale (figure 10) examinée à la loupe binoculaire montre de nombreux ovules blanchâtres attachés par un pied ou **funicule** à l'axe de l'ovaire formant le **placenta**. A la périphérie se répartissent des faisceaux de tissus conducteurs.

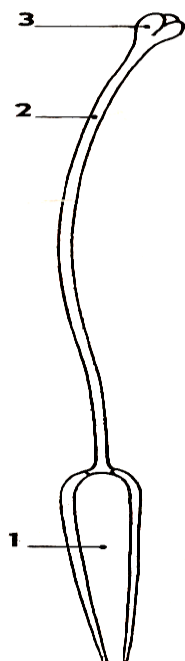


FIG. 9. - Pistil de Lis. 1. Ovaire. 2. Style. 3. Stigmate.

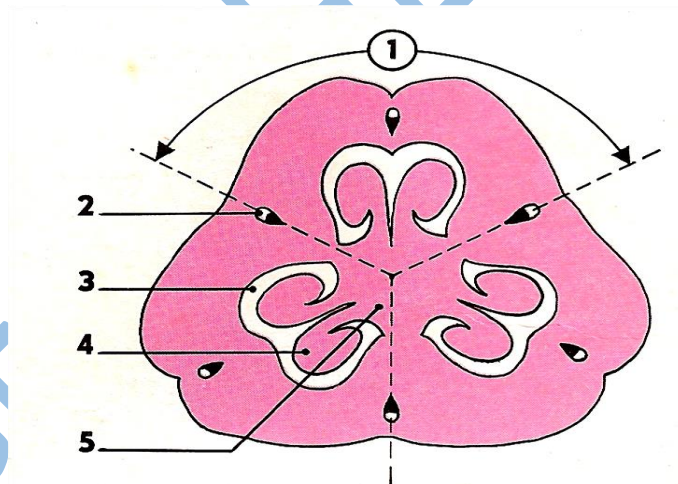


FIG. 10. - Coupe transversale d'un ovaire de Lis. 1. Un carpelle. 2. Faisceau libéro-ligneux. 3. Cavité carpellaire. 4. Ovule. 5. Placenta.

2)- L'ovule : Figure 11 : Représentation schématique d'un ovule de Lis

a)- Structure :

Il est formé de plusieurs éléments.

Le funicule (2) correspondant au support de l'ovule, se prolonge sur le côté de l'ovule proprement dit et constitue le **raphé** (4). La limite funicule-raphé est appelé **hile** (3).

Deux téguments (7), l'une externe, la primine et l'autre interne, la secondine, étroitement accolés entourent l'ovule. A une extrémité, ils sont percés d'un orifice, le **micropyle** (10) ;

****Le**

****Au**

centre, une masse cellulaire, le **nucelle** (8) ou tissu fondamental abrite une grosse cellule claire accompagnée à chacune de ses extrémités de trois cellules. L'ensemble forme le **sac embryonnaire**(9).

****Le**

sac embryonnaire est formé par de grandes cellules qui le font immédiatement distingué au sein du nucelle. IL comprend à son pôle micropylaire, une grosse cellule le gamète femelle ou oosphère, flanquée de deux autres cellules appelées **synergides**. Au pôle opposé, symétriquement, se trouvent trois autres cellules, les **cellules antipodes**. Au centre du sac embryonnaire, dans une masse importante de cytoplasme se trouvent deux noyaux, près l'un de l'autre, les **noyaux secondaires**.

Des faisceaux libéro-ligneux ou faisceaux de tissus conducteurs apportant les sèves à l'ovule sont raccordés aux faisceaux placentaires, pénètrent dans l'ovule par le funicule et s'épanouissent en un point la chalaze ou surface au niveau de laquelle nucelle et tégument se confondent (pôle opposé au micropyle).

Remarque :

Il

existe 3 types d'ovules se caractérisant par la position relative du micropyle, du sac embryonnaire, du funicule et du hile. On distingue : les **ovules droits** ou **orthotropes** (micropyle dans l'axe du funicule), les **ovules penchés** ou **recourbés** ou **campylotropes** et les **ovules renversés** ou **anatropes** dans lesquels il faut distinguer le **hile apparent** à la limite funicule-raphé et le **hile réel** au sommet du raphé. Figure 11

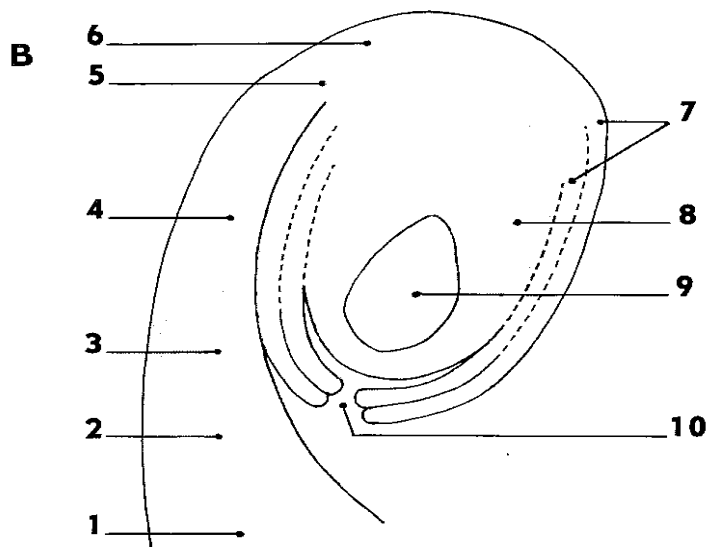


FIG. 11. - A. Ovule de *Lis*, coupe longitudinale (ovule renversé). B. Représentation schématisique d'un ovule de *Lis*. 1. Placenta. 2. Funicule. 3. Hile apparent. 4. Raphé. 5. Hile réel. 6. Chalaze. 7. Téguments. 8. Nucelle. 9. Sac embryonnaire. 10. Micropyle.

b)- Formation du sac embryonnaire (Figure 12)

Dans les jeunes ovules, le nucelle ne contient pas de sac embryonnaire mais, on y distingue, au voisinage du micropyle une cellule volumineuse dont le noyau est diploïde : c'est la **cellule mère du sac embryonnaire**. Cette cellule à $2n$ chromosomes subit deux divisions successives ou méiose au cours desquelles a lieu une réduction chromatique. Ainsi se forment 4 cellules superposées, les **macrospores** ou **mégaspores** dont les noyaux sont haploïdes. Parmi ces 4 cellules, trois dégénèrent tandis que la 4^{ème} grossit et constitue un jeune sac embryonnaire.

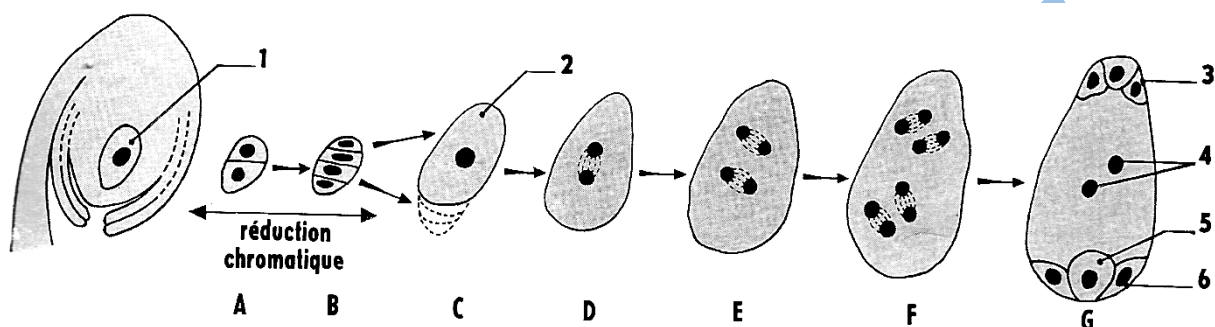


FIG. 12. - Évolution de la cellule mère du sac embryonnaire. A, B. Première division (réductionnelle) et deuxième division de la cellule mère (1). C. La cellule du sac embryonnaire (2), à n chromosomes, grossit alors que les autres cellules dégèrent. D, E, F. Première, deuxième et troisième divisions du noyau de la cellule du sac. G. Sac embryonnaire (3. Antipodes. 4. Noyaux du sac. 5. Oosphère. 6. Synergides).

Par trois mitoses successives, le noyau du jeune sac embryonnaire donne 8 noyaux haploïdes. Le sac embryonnaire prend ensuite son organisation définitive par cloisonnement de son cytoplasme. A son pôle micropylaire se disposent l'**oosphère** et les **deux synergides** au pôle opposé se groupent les **trois cellules antipodes** tandis qu'au centre dans un cytoplasme commun, les **deux noyaux secondaires** se placent l'un à côté de l'autre.

3)- Comparaison entre organes mâles et organes femelles

Phases	Organes mâles	Organes femelles
Diploïde	Étamine	Carpelle
	Sac pollinique	Ovule
Méiose	Cellule mère des grains de pollen	Cellule mère du sac embryonnaire
Haploïde	Microspore	Mégaspores
	Grain de pollen	Sac embryonnaire

II-POLLINISATION - GERMINATION DES GRAINS DE POLLEN - FECONDATION ou DE LA FLEUR, AU FRUIT ET A LA GRAINE.

A- LA POLLINISATION

1)- Expérience fondamentale : Figure 14

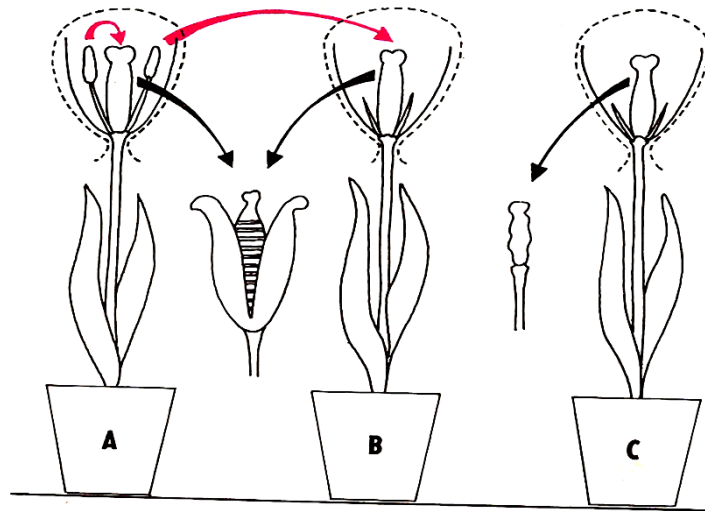


FIG. 14. - *Expérience montrant la nécessité du pollen*
(explications dans le texte).

Enfermons un bouton (tulipe en Hollande, pour sa belle fleur) dans un sachet de gaze fine et laissons la fleur se développer normalement. Ensachons de la même façon deux fleurs de Tulipe B et C dont nous avons coupé les étamines non mûres. Lorsque le pistil de B est arrivé à maturité, soulevons le sachet de gaze et déposons sur son stigmate un peu de pollen provenant de A. A et B fructifient et graine normalement. Le stigmate de la fleur A a reçu du pollen des étamines de la même fleur, celui de la fleur B a été pollinisé par le pollen de A. La fleur C non pollinisée ne donne ni fruit ni graines. La pollinisation est donc bien une condition nécessaire de la formation des fruits et des graines.

2)- Définition

Les grains de pollen libérés lors de la déhiscence des étamines sont transportés sur les organes femelles où ils sont retenus par les papilles gluantes du stigmate. On appelle pollinisation le transport du grain de pollen et son dépôt sur le stigmate d'une fleur femelle de la même espèce.

3)- Les deux modes de pollinisation :

Considérons la fleur A, son stigmate a été pollinisé par le pollen des étamines de cette même fleur. On dit qu'il y'a eu **pollinisation directe** ou **autopollinisation**. Si on considère la fleur B, son stigmate a été pollinisé par le pollen issu d'une autre fleur

A. Dans ce cas, on dit qu'il y'a **pollinisation indirecte** ou **pollinisation croisée** qui est la mode le plus fréquent et bien souvent le plus efficace.

4)- Les agents de la pollinisation

Le pollen dispersé par le vent n'a que peu de chance de parvenir à destination. La pollinisation par le vent est rencontrée chez certaines plantes dites **anémophiles** dont les grains de pollen légers et abondants sont aisément disséminés par le vent. On parle d'**anémogamie** (Dattier mâle peut féconder des Dattiers femelles situés à 75 km). La pollinisation est assurée par les insectes (abeilles, papillons,...) dans le cas des plantes **entomophiles** : c'est l'**entomogamie**.

Pour les plantes aquatiques, on parle d'**hydrogamie**. Si la pollinisation est assurée par les oiseaux dans le cas des plantes **ornithophiles** : c'est l'**ornithogamie**, les chauves souris pour les plantes **cheiroptérophiles** : c'est la **cheiroptérogamie** et l'homme pour les plantes **anthropophiles**.

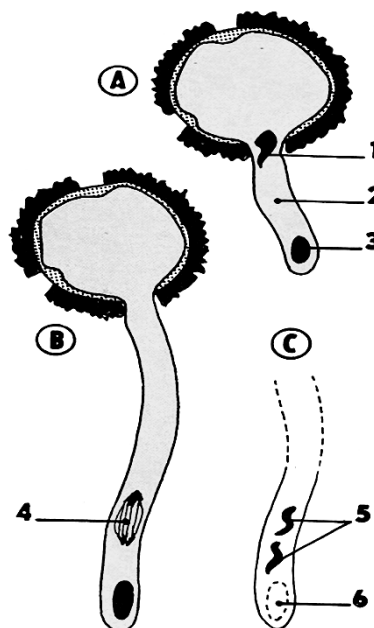
B- LA GERMINATION DU GRAIN DE POLLEN

1) Germination sur un milieu artificiel

a)- Expérience

Secouons une étamine déhiscente au dessus d'une lamelle de verre sur laquelle on a déposé une goutte d'une solution nutritive convenable (3 g de gélatine et 10 g de saccharose dissous dans 100 cm³ d'eau) et au centre de laquelle il y'a un fragment de stigmate de Lis par exemple. Observons alors en chambre humide à une température d'environ 20°C pour éviter l'évaporation et la dessiccation.

b)- Résultats : Figure 12



Chaque grain de pollen gonfle par absorption d'eau. Une hernie cytoplasmique entourée d'une mince membrane cellulosique apparaît à l'un des pores de l'exine. Elle se développe en un tube onduleux de plusieurs centimètres de longueur appelé **tube pollinique**. Ces tubes polliniques poussent pour la plupart, en direction du stigmate qui émet des substances qui diffusent dans la gélatine et déterminent la direction de croissance des tubes polliniques (chimiotropisme).

Dès le début, le **noyau végétatif** (3) s'est engagé dans ce **tube** (2), il se maintient au voisinage de son extrémité semblant diriger la croissance, il disparaît d'ailleurs, par résorption, dès que celle-ci est terminée (noyau végétatif dégénéré (6)). Pendant ce temps, le **noyau reproducteur** (1) qui a pénétré aussi dans le tube pollinique se divise ((4) division du noyau reproducteur) donnant deux noyaux à n chromosomes. Ces noyaux s'allongent se contournent parfois en spirale et forment avec un peu du cytoplasme qui les entoure deux gamètes mâles ou **anthérozoïdes** (5).

2)- La germination du grain de pollen sur le stigmate et la double fécondation

a)- Germination du pollen sur un stigmate

Le grain de pollen tombé sur le stigmate y trouve les conditions favorables à sa germination. Le tube pollinique grandit et s'enfonce dans le style digérant les cellules et se nourrissant de leurs matières sucrées. Puis après avoir suivi l'épiderme papilleux des placentas, ou en passant directement à travers la cavité de l'ovaire, son extrémité qui contient les anthérozoïdes formés pendant ce temps, arrive à la hauteur du micropyle d'un ovule et y pénètre.

b)- L'union des gamètes : la double fécondation Figure 18

Arrivé au contact du nucelle, le tube pollinique en digère le sommet grâce à des diastases, puis son extrémité crève et les deux anthérozoïdes passent dans le sac embryonnaire. Il se produit alors une double fécondation : **

L'un des anthérozoïdes fusionne avec l'**oosphère**, ainsi se forme l'**œuf principal** ou **œuf embryon** ou **œuf plantule**. **

L'autre anthérozoïde s'unit aux noyaux secondaires de la cellule accessoire formant ainsi l'**œuf accessoire** ou **œuf albumen** à $3n$ chromosomes. Bientôt synergides et antipodes se résorbent et il ne reste plus au sein du sac embryonnaire que les deux œufs dont le développement donnera la graine. La fécondation simultanée de tous les ovules d'un pistil déclenche le passage de la fleur au fruit et aux graines. **L'ovule fécondé donne la graine, l'ovaire avec ses enveloppes,**

donnera le fruit.

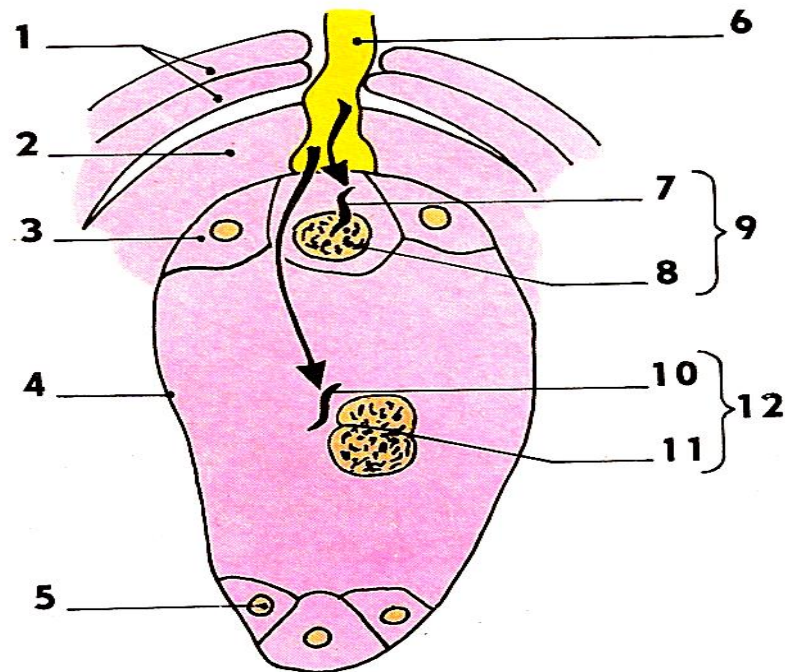


FIG. 18. - La double fécondation. 1. Téguments de l'ovule. 2. Nucelle. 3. Synergides. 4. Sac embryonnaire. 5. Antipodes. 6. Tube pollinique. 7. Spermatozoïde. 8. Noyau de l'oosphère. 9. Œuf embryon (2 n chromosomes). 10. Spermatozoïde. 11. Noyaux du sac. 12. Œuf albumen (3 n chromosomes).

III- LES GRAINES

A-FORMATION DE LA GRAINE

L'œuf accessoire se divise très rapidement en un grand nombre de cellules qui forment un tissu de réserve, l'albumen tissu dans lequel s'accumulent des réserves. Au cours de sa croissance, l'albumen digère le nucelle, prend sa place et vient s'appliquer contre les téguments de l'ovule. Ces téguments s'épaississent, durcissent et deviennent les téguments de la graine. L'œuf principal se divise aussi mais plus lentement, il donne un massif cellulaire bientôt différencié en une plantule ou embryon qui est d'abord une sphère minuscule et homogène où on ne peut distinguer aucun organe. Continuant sa croissance l'embryon se différencie pour donner :

radicule future racine, tournée vers le micropyle ;

****Une**

****Une**

gemmule, jeune bourgeon situé à l'opposé de la radicule ;
****Une tigelle** située entre les deux et portant latéralement une ou deux grandes expansions foliacées, le ou les cotylédons.

B-DIFFERENTS TYPES DE GRAINES

On peut distinguer :

****Les graines à albumen** : L'albumen se développe plus rapidement que l'embryon ; il persiste et occupe la majeure partie de la graine. Les cotylédons restent minces (Blé Ricin : figure 19)

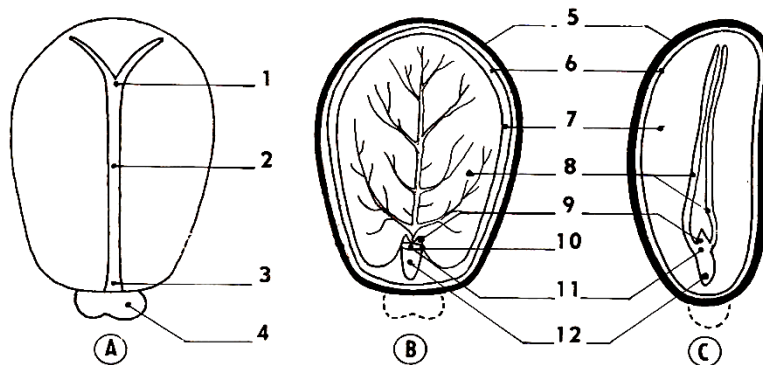


FIG. 19. - La graine du Ricin. A. Face externe plate. B. Graine ouverte. C. Coupe longitudinale. 1. Hile réel. 2. Raphé. 3. Hile apparent. 4. Caroncule. 5. Tégument externe coloré et épais. 6. Tégument interne mince. 7. Albumen. 8. Cotylédon. 9. Gemmule. 10. Cicatrice du deuxième cotylédon. 11. Tigelle. 12. Radicule.

Cl. R.-H. Noailles

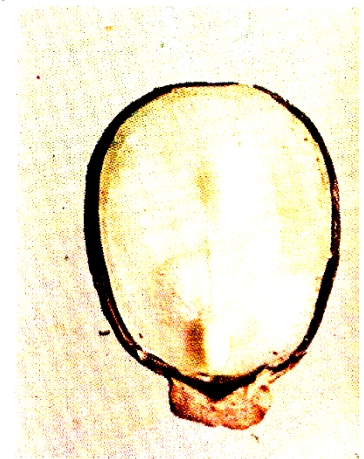


FIG. 20. - Graine de Ricin ouverte. Pour l'interprétation se reporter à la figure 19 B.

****Les graines sans albumen** : l'absorption de l'albumen par l'embryon est immédiate et les cotylédons chargés de réserves sont charnus. (Haricot : figure 21)

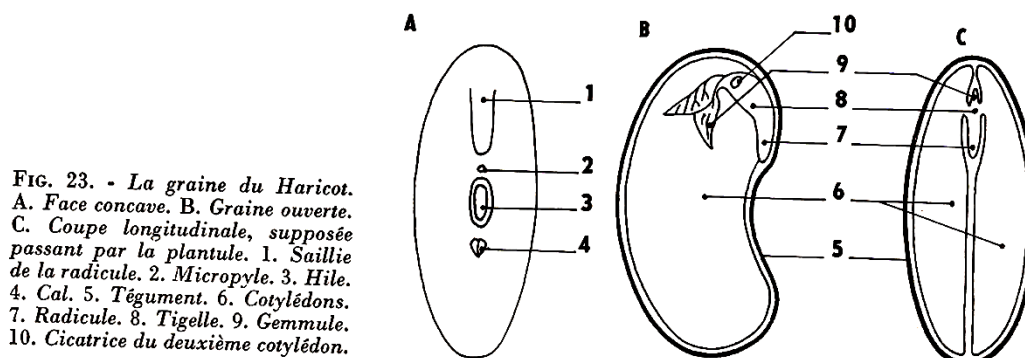


FIG. 23. - La graine du Haricot. A. Face concave. B. Graine ouverte. C. Coupe longitudinale, supposée passant par la plantule. 1. Saillie de la radicule. 2. Micropyle. 3. Hile. 4. Cal. 5. Tégument. 6. Cotylédons. 7. Radicule. 8. Tigelle. 9. Gemmule. 10. Cicatrice du deuxième cotylédon.

Il existe tous les intermédiaires entre ces deux extrêmes.

C-GERMINATION DES GRAINES

1)- Les conditions de germination

a)- Les conditions internes :

**** La maturité :** la graine doit être mûre c'est-à-dire toutes ses parties constitutives doivent être complètement différenciées. ******

La longévité : La graine ne doit pas être vieille c'est-à-dire dépasser une certaine durée pendant laquelle elle est vivante et garde son pouvoir germinatif. Cette longévité de la graine dépend des espèces et est de : 1 an chez l'arachide, 2 ans pour le maïs et l'oignon, 3 à 4 ans pour le petit pois, une dizaine d'années pour la carotte et le blé, quelques mois pour la canne à sucre et l'hévéa. La longévité dépend des conditions de conservation (humidité, chaleur), des téguments et de l'état de dessiccation. **** La**

santé : la graine doit être intacte et saine.

b)- Les conditions externes :

**** Humidité :** Elle est indispensable à la germination des graines. Le pourcentage d'eau varie selon les espèces et selon le milieu : Blé sur terre légère 0,52%, sur terreau (terre et humus) 19%. Sauf pour les plantes aquatiques l'immersion totale est asphyxiante.

**** Aération :** Les graines en germination respirent activement mais le taux d'oxygène exigé par les embryons est souvent faible de l'ordre de 0,5%.

**** Température :** Elle est importante mais doit être optimale et varie selon les espèces : Blé 5 à 42°C avec 28°C optimum. ******

Lumière : indispensable pour certaines espèces mais nuisible pour d'autres.

**** Substances chimiques :** Certaines favorisent la germination (nitrate de potassium, sels de calcium) ; d'autres inhibent la germination (acide caféique, acide abscissique).

2)- Aspect morphologique de la germination :

a)- Germination épigée du haricot : figure 24

On a la succession des événements suivants :

**** La graine gonfle en absorbant de l'eau par toute sa surface, son tégument se déchire vers le micropyle, la radicule s'allonge et s'enfonce verticalement dans le sol. C'est la future racine principale. ********

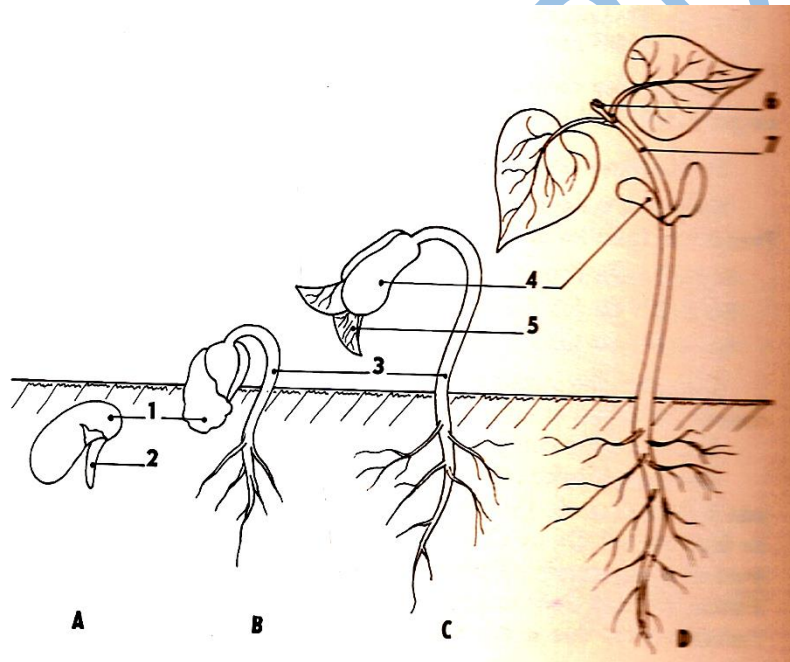
La tigelle s'allonge ensuite verticalement de bas en haut portant les cotylédons hors de terre : « **la graine lève** ». Les téguments tombent et les cotylédons s'écartent laissant apparaître la gemmule, le système racinaire s'enrichit avec des racines secondaires.

**** Sous les cotylédons, la tigelle ou axe hypocotylé et les racines s'accroissent. La chute des téguments permet de voir les feuilles de la gemmule par la fente intercotylédonnaire. ********

Un axe appelé axe épicotylé terminé par un bourgeon et portant deux feuilles vertes apparaît au dessus des cotylédons flétris et prêts à tomber. La jeune plante peut mener une vie indépendante, l'autotrophie est réalisée. **Dans**

cet exemple, les cotylédons sortent de terre, on dit que la germination est épigée et la tige a une double origine : axe hypocotylé provenant de la tigelle et l'axe épicotylé de la germination.

FIG. 24. - Germination du Haricot. A, B, C, D. Principales étapes (explications dans le texte). 1. Tégument. 2. Radicule. 3. Tigelle (axe hypocotylé). 4. Cotylédons se flétrissant. 5. Premières feuilles. 6. Bourgeon terminal. 7. Axe épicotylé.



b)- Cas du Pois : germination hypogée :

Sa graine est identique à celle du haricot, elle est dépourvue d'albumen et les réserves sont dans les cotylédons. Lors de la germination, la tigelle ne s'allonge pas, seule la gemmule grandit pour donner la tige. Les graines restent dans le sol : la germination est hypogée.

3)- Phénomènes physiologiques de la germination :

a)- La réhydratation : figures 25 et 26:

Elle consiste à une absorption intense d'eau. Après avoir pincé le tube de caoutchouc, on verse dans le récipient l'eau contenue dans une éprouvette. Au bout de trois jours, on laisse l'eau s'écouler dans l'éprouvette. Les graines ont gonflé, il y'a donc absorption

d'eau. (Figure 25).

Cette

eau assure à la fois l'hydratation du cytoplasme et des grains d'aleurone qui redeviennent des vacuoles normales. Il faut une quantité minimale au début de la germination même si la force d'absorption ou de gonflement des graines vis-à-vis de l'eau est forte. (Figure 26).

FIG. 25. - Absorption d'eau par les graines et gonflement (explications dans le texte). p. Pince. V. Quantité d'eau absorbée (valeur approchée, car les graines restent mouillées). V_1 . Importance du gonflement.

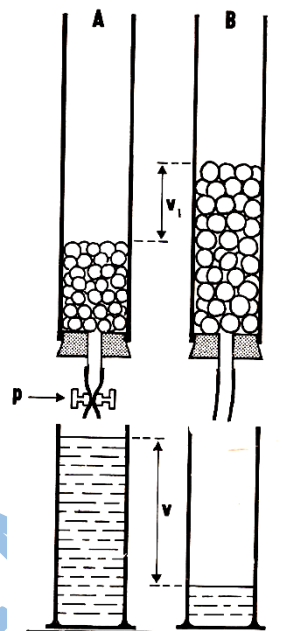
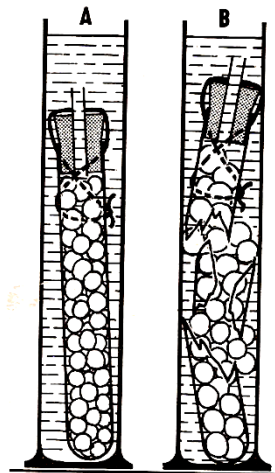


FIG. 26. - Force de gonflement des graines. A. Début de l'expérience. B. Fin de l'expérience.



b)- La reprise des activités métaboliques :

b1)- Utilisation des réserves : figure 31

Au cours de la croissance de la plantule, les réserves accumulées dans la graine sont utilisées (figure 31). Elles sont digérées grâce à des diastases et les produits de la digestion donnent les aliments organiques indispensables à la plantule en croissance.

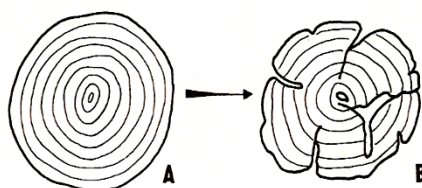


FIG. 31. - Grains d'amidon de Blé, intact (A) et en voie de digestion (B) lors de la germination.

b2)- Activation des échanges respiratoires :

Alors que les échanges gazeux respiratoires des graines en vie ralentie sont à peu près nuls ; ceux des graines en germination sont très importants et leur intensité respiratoire est supérieure à celle des organes de la plante adulte. La graine utilise de l'oxygène et rejette du dioxyde de carbone : c'est la respiration cellulaire liée à l'utilisation des réserves accumulées dans les graines. (figures 27, 28 et 29)

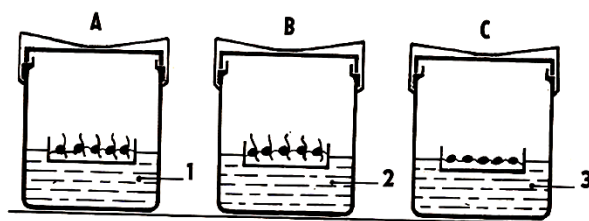
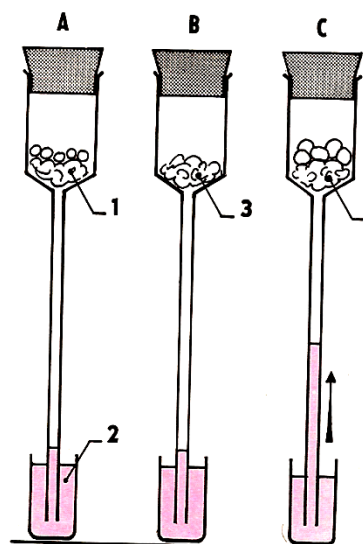


FIG. 27. - Nécessité de l'oxygène pour la germination (explications dans le texte). 1. Eau. 2. Potasse. 3. Pyrogallol.

FIG. 28. - Mise en évidence de la respiration des graines en germination. 1. Coton sec et graines sèches. 2. Potasse colorée. 3. Coton humide. 4. Coton humide et graines en germination.



b3)- Dégagement de chaleur : figure 30

L'élévation de la température du milieu où des graines sont en germination est due à un dégagement de chaleur. En effet, les oxydations cellulaires sont des réactions exo énergétiques. Une partie de l'énergie produite est utilisée et l'autre est perdue sous forme de chaleur. L'important dégagement de chaleur par les graines en germination est dû à l'intense respiration de celles-ci.

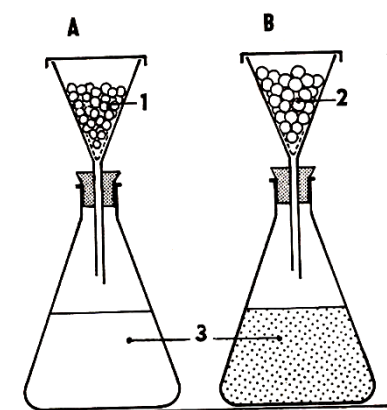


FIG. 29. - Mise en évidence du rejet de gaz carbonique par des graines en germination. 1. Graines sèches. 2. Graines en germination. 3. Eau de baryte. En B l'eau de baryte se trouble.

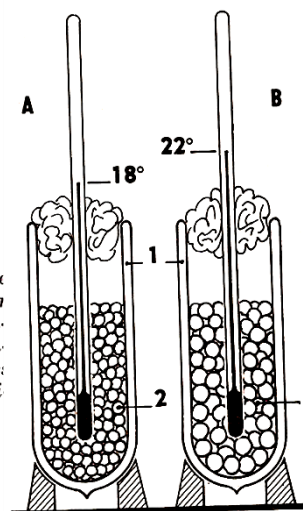


FIG. 30. - Mise en évidence du dégagement de chaleur par des graines en germination. 1. Vases Dewar ou bouteilles Thermos. 2. Graines sèches. 3. Graines en germination.

IV- CONCLUSION : PHASE DE REPRODUCTION D'UN SPERMAPHYTE

Les deux phénomènes, la fécondation et la réduction chromatique partagent le cycle en deux phases : **

La **diplophase** représentée par l'œuf principal, la graine, la plante feuillée, les fleurs avec les étamines et les ovules. Cette phase se termine par la production de spores et d'ovules. La **plante feuillée est un sporophyte**. **

L'**haplophase** est représentée par les grains de pollen et le sac embryonnaire. Ces deux organes producteurs de gamètes sont des **gamétophytes**.

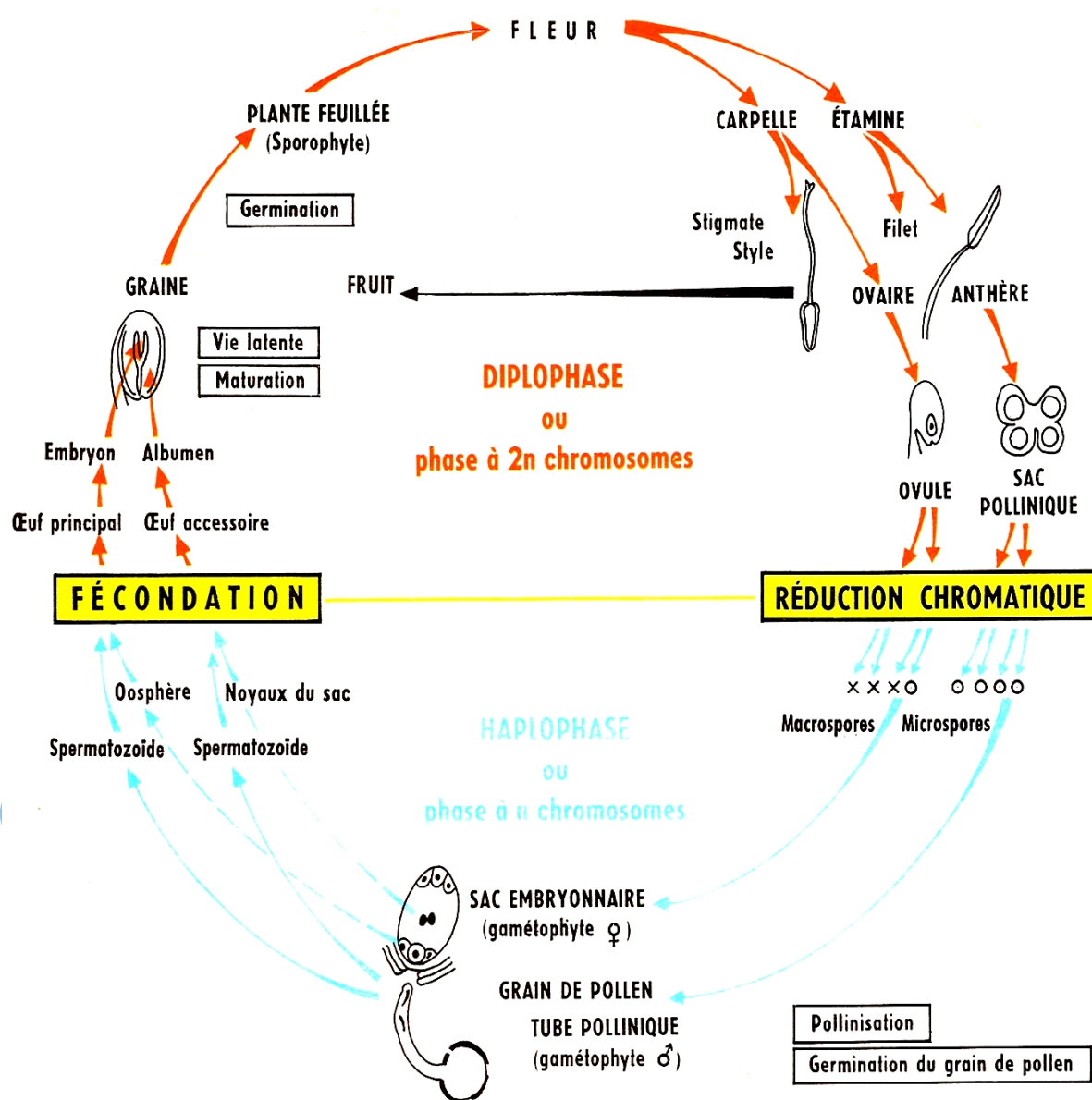


FIG. 34. - Schéma illustrant le cycle de développement des Spermaphytes et le cycle chromosomique.