

**TP SV  
G1**
**BOTANIQUE 1 : LA FLEUR DES ANGIOSPERMES**

COURS : SV-A-2, SV-G-1

TP : SV-G2, SV-B1, SV-B2, TERRAIN



Le cycle de vie d'un organisme vivant eucaryote comporte des étapes de **reproduction**. Il peut s'agir de reproduction asexuée (par exemple, multiplication végétative des Angiospermes), mais aussi de reproduction sexuée : cette dernière s'inscrit dans le cadre d'un cycle de reproduction, et fait intervenir méiose et fécondation.

Les **Angiospermes** sont des embryophytes (végétaux chlorophylliens, pluricellulaires), caractérisés par la présence d'une fleur, comportant un ovule contenu dans un ovaire : après fécondation, l'ovaire donne un **fruit**, contenant des **graines** (dérivant des ovules).

La fleur est donc l'organe permettant la reproduction sexuée des Angiospermes. Elle est à la base même de la définition des Angiospermes.

**Le but de ce TP est de comprendre la structure générale d'une fleur d'Angiosperme, tant au niveau de sa morphologie que de son anatomie.**

**Programme officiel :**

Réaliser une dissection florale et établir le diagramme floral correspondant.

Réaliser et/ou interpréter des coupes d'anthères à différents stades, ainsi que des coupes d'ovaires et d'ovules.

Mettre en lien les deux principaux types de pollinisation (anémogame et entomogame) et les caractères des fleurs et des grains de pollens associés.

Emettre des hypothèses sur le mode de pollinisation à l'aide des structures observées suite à une dissection florale et/ou un montage de grains de pollen.

A partir d'observation conjointe de fleurs et d'insectes, identifier des exemples de coadaptation.

**Compétences :**

Réaliser une dissection florale :

Prélèvement de pièces et observations avec les outils adaptés

Présentation des pièces florales afin de faire ressortir leur nombre, leur position relative et les soudures éventuelles

Utiliser diverses clefs de détermination (dont des flores) et des outils numériques de détermination pour identifier un échantillon d'origine biologique :

sélection des critères et caractéristiques de l'objet les plus pertinents pour son identification

choix de l'outil de détermination le plus adapté

Réaliser un diagramme et/ou une formule florale

Réaliser une préparation de microscopie optique, y compris à main levée, avec ou sans coloration

Réaliser une observation en microscopie optique : objectifs et grossissement, intensité lumineuse, diaphragme, mise au point

Exploiter des clichés de microscopie : optique, électronique, à fluorescence

## **1. Place de la fleur dans le cycle de reproduction des Angiospermes**

*Voir poly 1 – préparation*

## **2. La morphologie florale**

*Voir poly 1 - préparation*

## **3. Etudes de la morphologie florale [méthodologie]**

### **3.1.Détermination systématique**

Les caractères morphologiques des fleurs sont utilisés pour déterminer la position systématique d'une Angiosperme, grâce à l'utilisation, par exemple, de flores.

*Voir TP SV-G2.*

### **3.2.Dissection florale**

Elle consiste à rechercher le nombre, la disposition, les particularités... des pièces florales. Pour cela, on **examinera et détachera délicatement** les pièces, les unes après les autres, **en commençant par le verticille le plus externe** (calice) et **en progressant vers le plus interne** (gynécée). Les observations seront notées succinctement au fur et à mesure accompagnées de quelques schémas rapides si nécessaire.

La dissection florale est présentée en plaçant sur une feuille blanche les différentes pièces, séparées les unes des autres, mais en conservant leurs dispositions relatives.

Les pièces florales doivent être fixées grâce à un point de colle ou à du scotch double face.

### ⇒ Présentation de la dissection florale

La présentation des pièces est organisée en **deux parties** :

- L'une (par exemple à gauche) est destinée à montrer le **nombre de pièces florales**, sans tenir compte de leurs soudures éventuelles.
- L'autre (par exemple à droite) est constituée de préparations destinées à mettre en évidence la **position du gynécée** et les **soudures** éventuelles.

La présentation est **orientée** : la bractée est placée sous la dissection, l'axe de la tige est figuré par un cercle au-dessus.

La présentation rend compte du type de **symétrie** de la fleur :

- Lorsque la fleur est **actinomorphe** (fleur régulière à symétrie radiale), des **cercles concentriques** sont tracés pour accueillir les pièces.
- Lorsque la fleur est **zygomorphe** (symétrie bilatérale), ce sont des **ellipses**.

La dissection débute par les verticilles les plus externes : les pièces du calice, puis les pièces de la corolle, de l'androcée et du gynécée sont placées sur les cercles ou ellipses concentriques tracés en respectant la disposition relative (superposée ou alterne) des différents verticilles et en repérant si un sépale est superposé à la bractée ou pas.

La position **supère ou infère** de l'ovaire est montrée à l'aide d'un sépale, d'un pétale, d'une étamine et de l'ovaire prélevés sur une autre fleur et disposés sur le côté.

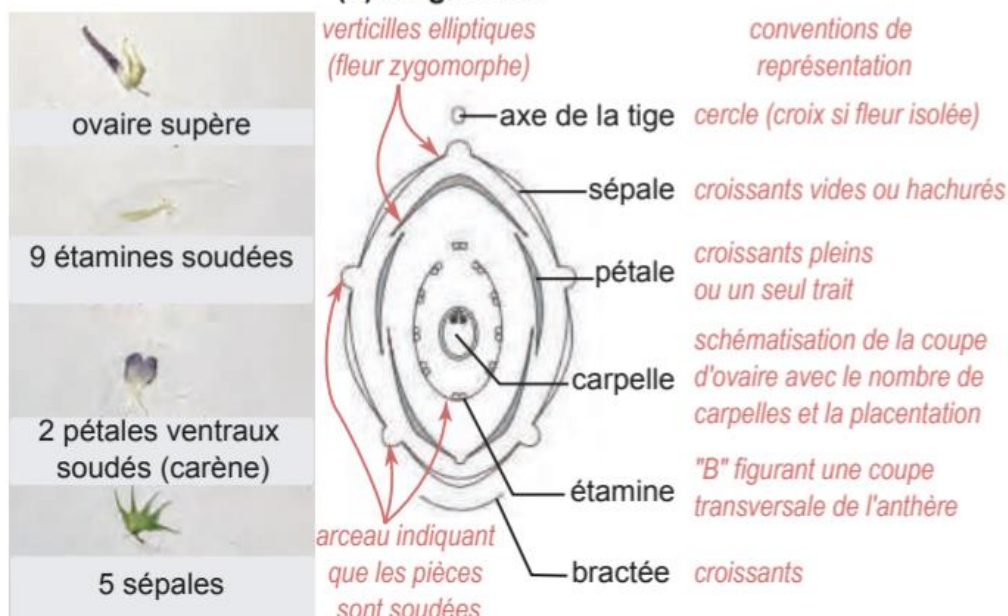
Si certaines pièces sont **soudées**, elles sont présentées non séparées mais étalées sur le côté.

### ⇒ Exemples de dissections florales

#### (a) Dissection



#### (b) Diagramme



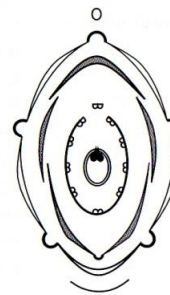
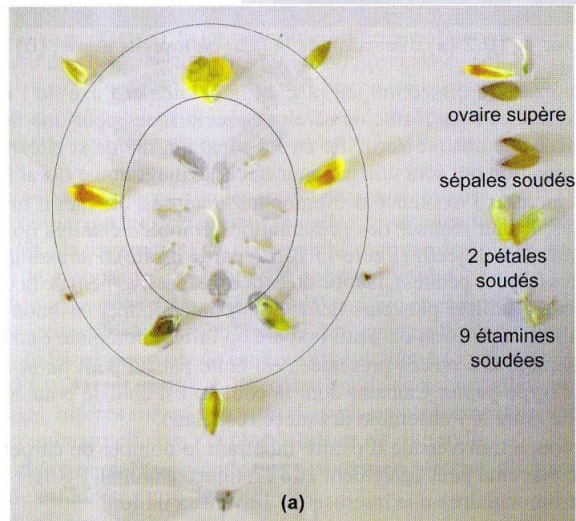
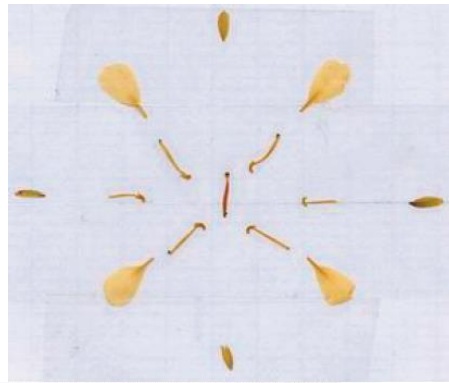
**Figure TP11.4 (a) Dissection et (b) diagramme floral de la fleur de luzerne.**

La dissection n'est pas légendée, en revanche un titre précise ce que l'on met en évidence avec les pièces présentées sur le côté.

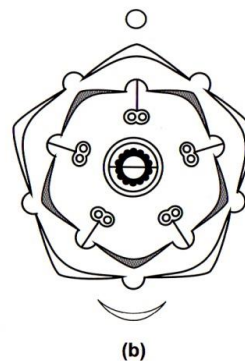
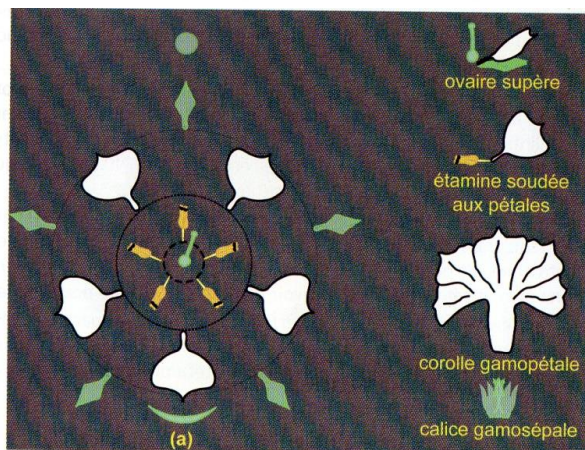
Sur le diagramme d'une fleur isolée, une croix est figurée à la place de l'axe de la tige.

D'autres éléments typiques ou importants pour la biologie de la fleur peuvent être représentés (symboles à l'initiative de l'observateur) : éperons de pétales, nectaires etc.

Les conventions de représentation du diagramme dispensent de légendes : celles de la figure b ne sont données que pour permettre de comprendre ces conventions.



(Fabacée)



(Morelle Noire)





### 3.3. Formule florale

La formule florale est la première traduction de l'analyse. C'est une **expression condensée de la structure de la fleur**. Elle s'écrit par une **brève série de lettres, chiffres et symboles**. Sa formulation correspond à un code internationalement admis.

On indique dans l'ordre le nombre de sépales, de pétales, d'étamines et enfin de carpelles ; en général, on ne précise le nombre de pièces que jusqu'à 12 (au-delà, on note simplement  $n$ ). On précise les relations entre les pièces florales. Si des pièces florales sont disposées sur plusieurs verticilles, on sépare les deux cercles (exemple : 5 + 5 E).

#### Symboles Français utilisés :

**S** = sépales

**P** = pétales

**E** = étamines

**C** = carpelles

**[n]** =  $n$  organes unis entre eux

**n** =  $n$  carpelles, formant un ovaire supère

**$\bar{n}$**  =  $n$  carpelles, formant un ovaire infère

On précise si la fleur est actinomorphe ou zygomorphe :  $\oplus$  = fleur actinomorphe  
 $\cdot\mid\cdot$  = fleur zygomorphe

On indique le sexe de la fleur par le symbole correspondant : hermaphrodite, mâle ou femelle

Lorsque sépales et pétales sont indistingables, on parle de tépale. Symbole : T

#### Exemples:

➤ La campanule barbue (*Campanula barbata*) a une fleur actinomorphe à cinq sépales libres, cinq pétales unis en tube, cinq étamines et trois carpelles unis en un ovaire infère :

$$\ominus 5S + [5P] + 5E + [3C]$$

➤ La fleur de pois (*Pisum sativum*) est zygomorphe ; elle est formée de cinq sépales libres, cinq pétales inégaux et libres, dix étamines dont neuf sont unies entre elles, et un carpelle supère :

$$\% 5S + 5P + ([9] + 1)E + 1C$$

➤ La fleur de digitale pourpre (*Digitalis purpurea*) est zygomorphe ; elle est formée de 5 sépales soudés, 5 pétales inégaux et soudés 4 étamines libres entre elles mais soudées aux pétales et 2 carpelles soudés supères :

$$\% [5S] + ([5P] + 4E) + [2C]$$

### 3.4. Diagramme floral

Le diagramme floral est représentation schématique de **l'organisation florale**. Il est réalisé en imaginant une **coupe transversale** traversant toutes les pièces florales.

Par convention, on place **l'axe de l'inflorescence (petit cercle) en haut**, la bractée (croissant) en bas, la fleur se situant entre les deux. Si la fleur est unique on met une croix à la place de l'axe inflorescentiel.

Les **sépales** sont représentés par des croissants (en blanc ou hachurés).

Les **pétales** sont représentés par des croissants (en noir, ou un seul trait).

Sépale



Pétale



Les **étamines** sont représentées par un **B** dont les boucles seront vers l'intérieur (étamines introrses) ou vers l'extérieur (étamines extrorses).

Le **gynécée** est représenté par la **coupe transversale exacte de l'ovaire**, donnant le nombre de carpelles et le mode de placentation.

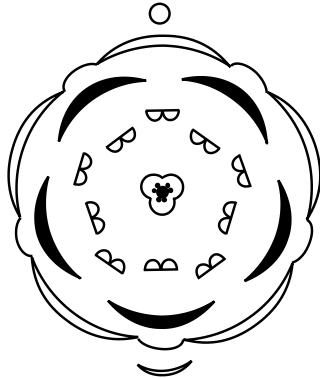
Lorsque les pièces florales d'un verticille sont **soudées**, on les réunit par un **trait fin en arceau**.

Lorsque les étamines sont fixées sur le calice ou la corolle, un trait droit marquera cette liaison.

Si la disposition est cyclique, les différents verticilles sont, figurés sur des cercles concentriques. Si la disposition est hélicoïdale, chaque pièce prend place sur une spirale.

Le diagramme sera circulaire si la fleur est actinomorphe, une ellipse allongée dans le plan de symétrie si elle est zygomorphe.

Quelques exemples (ne pas tenir compte de l'éventuel non respect des conventions pour le périanthe...) :



Fleur actinomorphe de symétrie 5  
Sépales soudés, Pétales libres  
Étamines libres disposées sur deux verticilles  
Ovaire à 3 carpelles soudés par placentation centrale

**Attention !**  
**Aucune légende sur un diagramme floral !**

|                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b><u>Fleur de Brassicacée</u></b></p> <p>Fleur actinomorphe<br/>4 sépales libres<br/>4 pétales libres<br/>6 étamines soudées<br/>2 carpelles redivisés<br/>placentation pariétale</p> | <p><b><u>Fleur de Boraginacée</u></b></p> <p>Fleur actinomorphe<br/>5 sépales soudés<br/>5 pétales soudés<br/>5 étamines soudées à la corolle<br/>2 carpelles redivisés<br/>placentation axille</p> | <p><b><u>Fleur de Lamium (Lamiacées)</u></b></p> <p>Fleur zygomorphe<br/>5 sépales soudés<br/>5 pétales soudés<br/>4 étamines soudées à la corolle<br/>2 carpelles redivisés<br/>placentation axille</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Étude anatomique des pièces fertiles

##### 4.1. Anthère et pollen

⇒ Les sacs polliniques : méiose et formation des grains de pollen

Une anthère comprend quatre sacs polliniques, lieux de la formation du pollen.

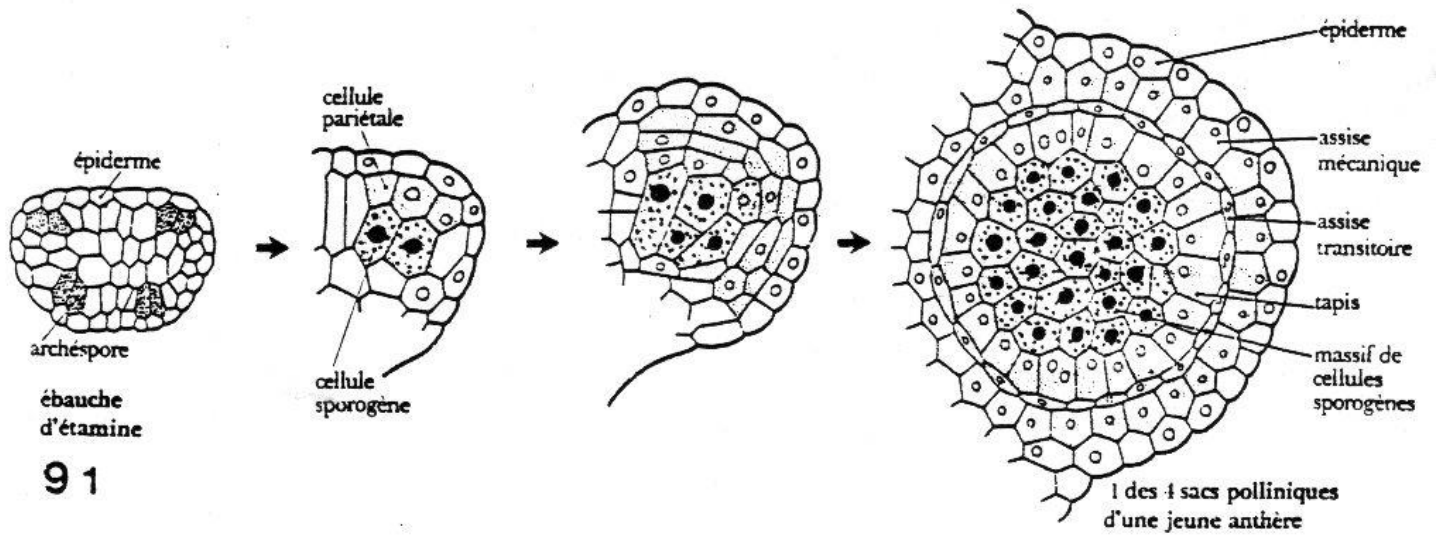
Dans un sac pollinique d'anthère jeune on distingue, de l'extérieur vers l'intérieur :

Épiderme, future assise mécanique, assises transitoires, tapis, cellule sporogène

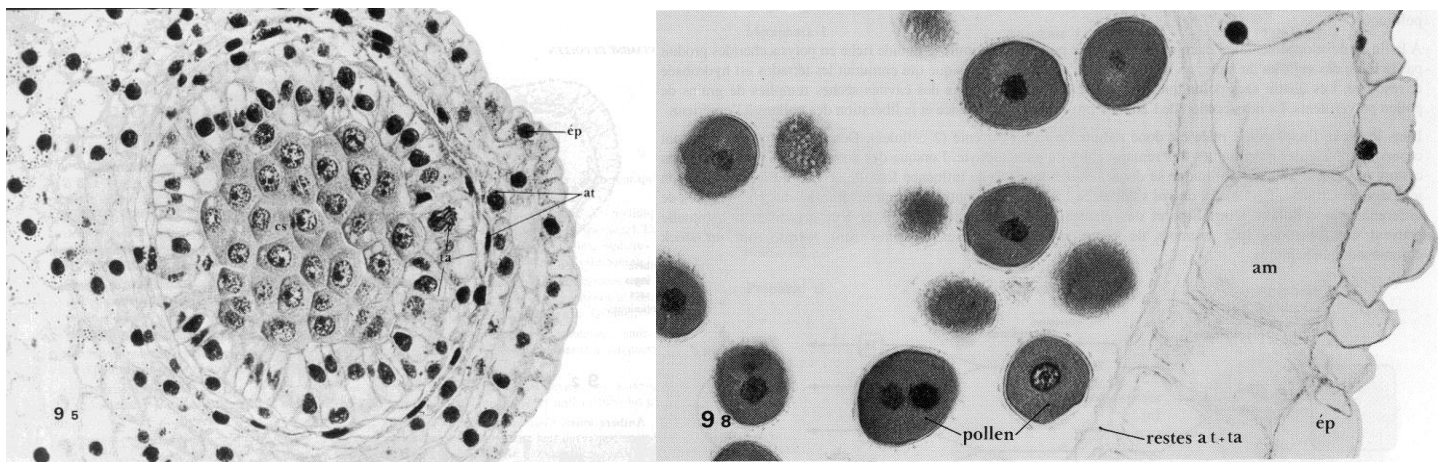
Dans un sac pollinique d'anthère mûre on distingue, de l'extérieur vers l'intérieur :

Épiderme, assise mécanique, restes des assises transitoires et du tapis, grain de pollen



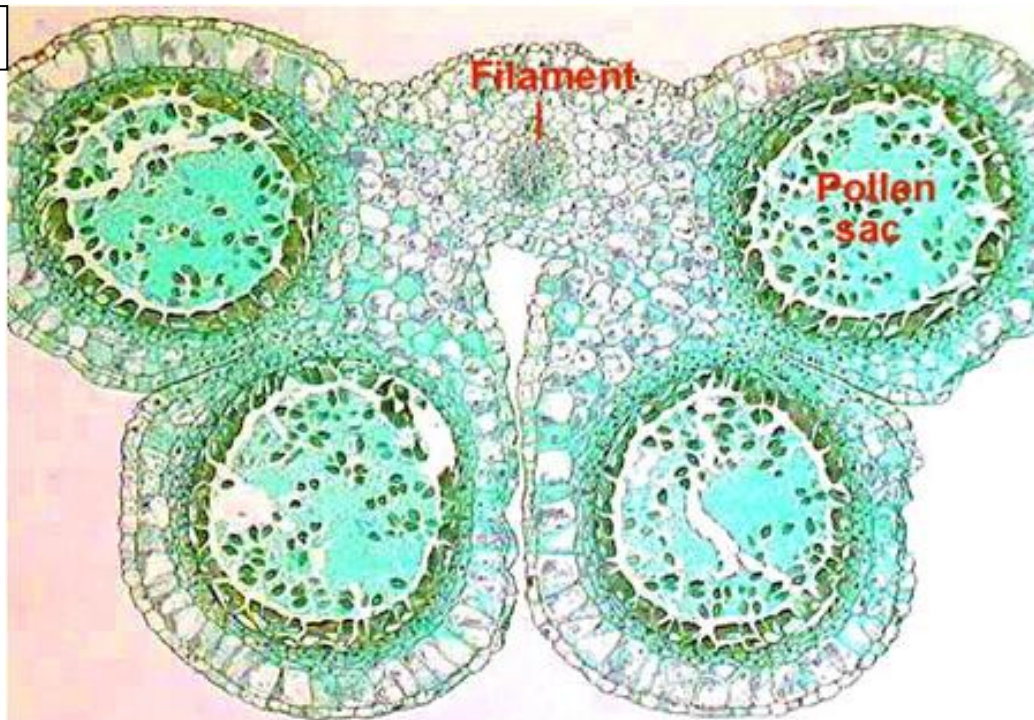


Différentiation des sacs polliniques



Anthère jeune (à gauche) et mûre avec grains de pollen (à droite)

☒ légènder



Les grains de pollen sont formés au sein des sacs polliniques des anthères. Cette formation est réalisée à partir du tissu sporogène :

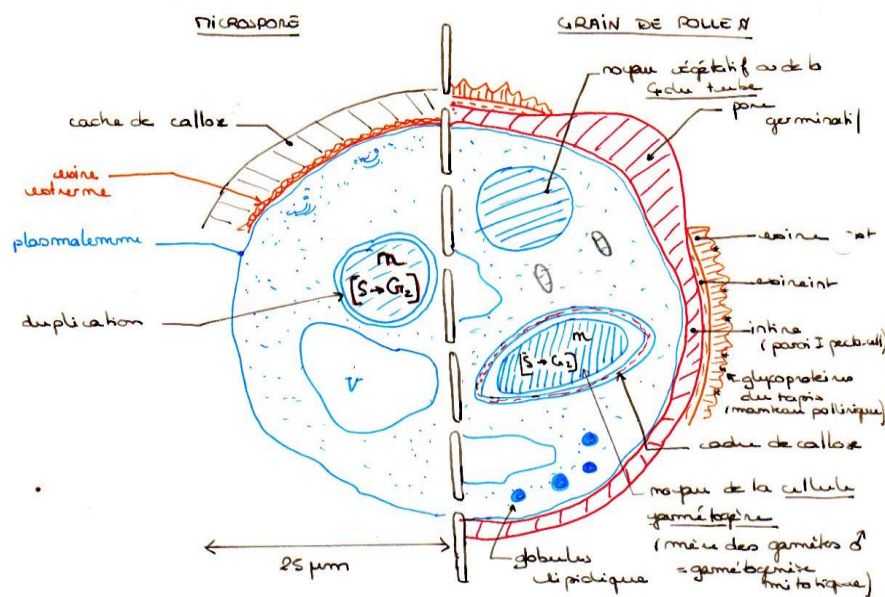
- Les cellules mères des spores (= cellules sporogènes) subissent la méiose, et forment 4 cellules haploïdes associées : les microspores.
- Chaque loge pollinique possède une assise nourricière, dont les cellules libèrent des molécules nutritives des microspores, ou participant à la formation de l'exine.

Après différenciation, chaque microspore donne un organisme formé de deux ou trois cellules : le grain de pollen gamétophyte mâle.

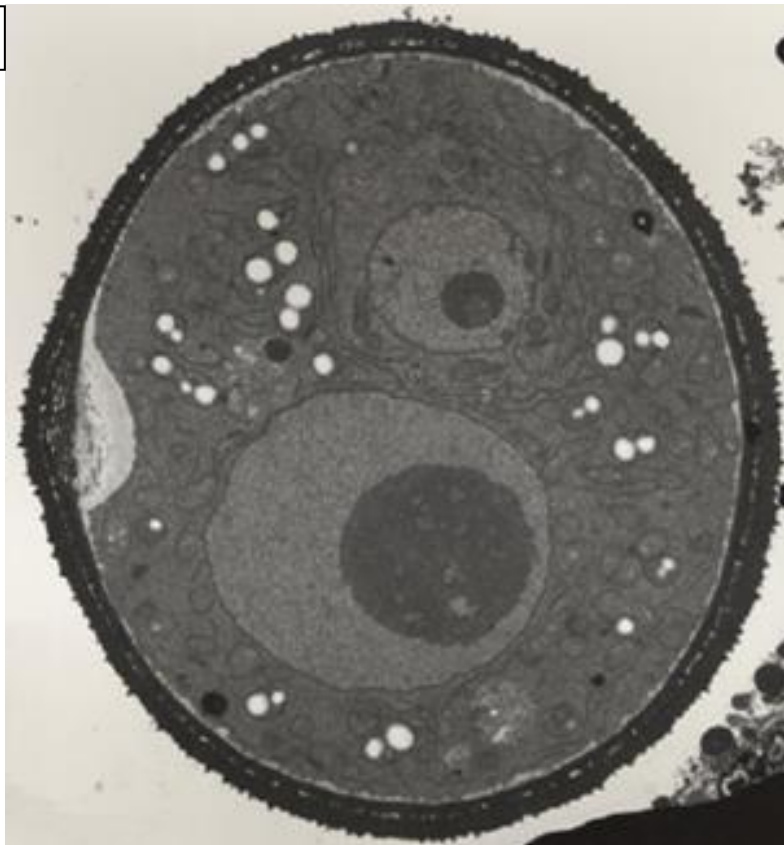
⇒ Le pollen, gamétophyte mâle

Le **grain de pollen** est constitué :

- D'une **cellule végétative** : grand noyau, vacuole présente, cytoplasme comportant des réserves dont des amyloplastès
- D'une **cellule spermatogène**, de petite taille. Elle se divise pour donner deux gamètes mâles, après la germination (70% des Angiospermes : pollen bicellulaire) ou avant la germination (30% des Angiospermes : pollen tricellulaire)
- D'une paroi interne mince et pectocellulosique : **l'intine**.
- D'une paroi externe épaisse et constituée de sporopollénine (un polymère lipidique de caroténoïdes) et de glycoprotéines : **l'exine**. Elle présente des interruptions : les apertures (l'intine est par contre plus épaisse à ce niveau).



☒ légènder





## 4.2. Ovaire, ovule et sac embryonnaire

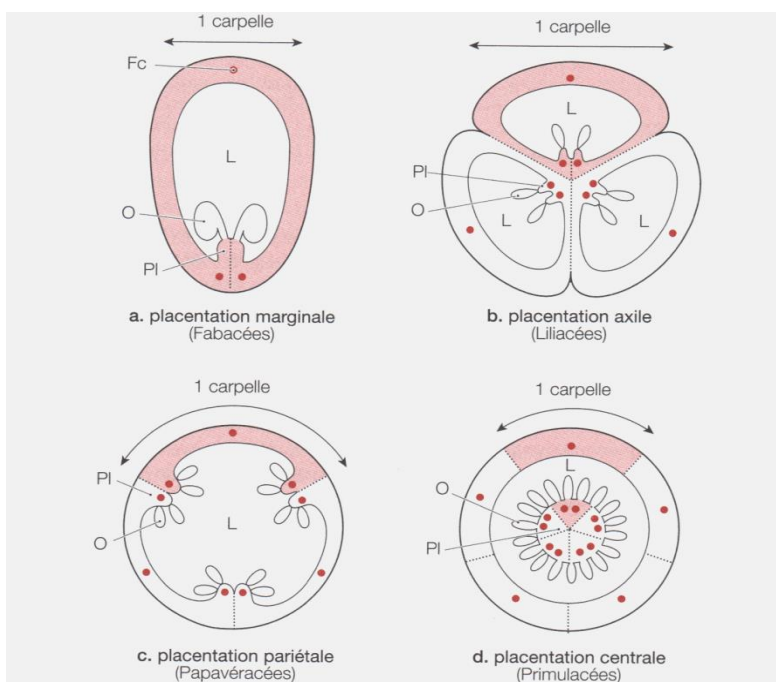
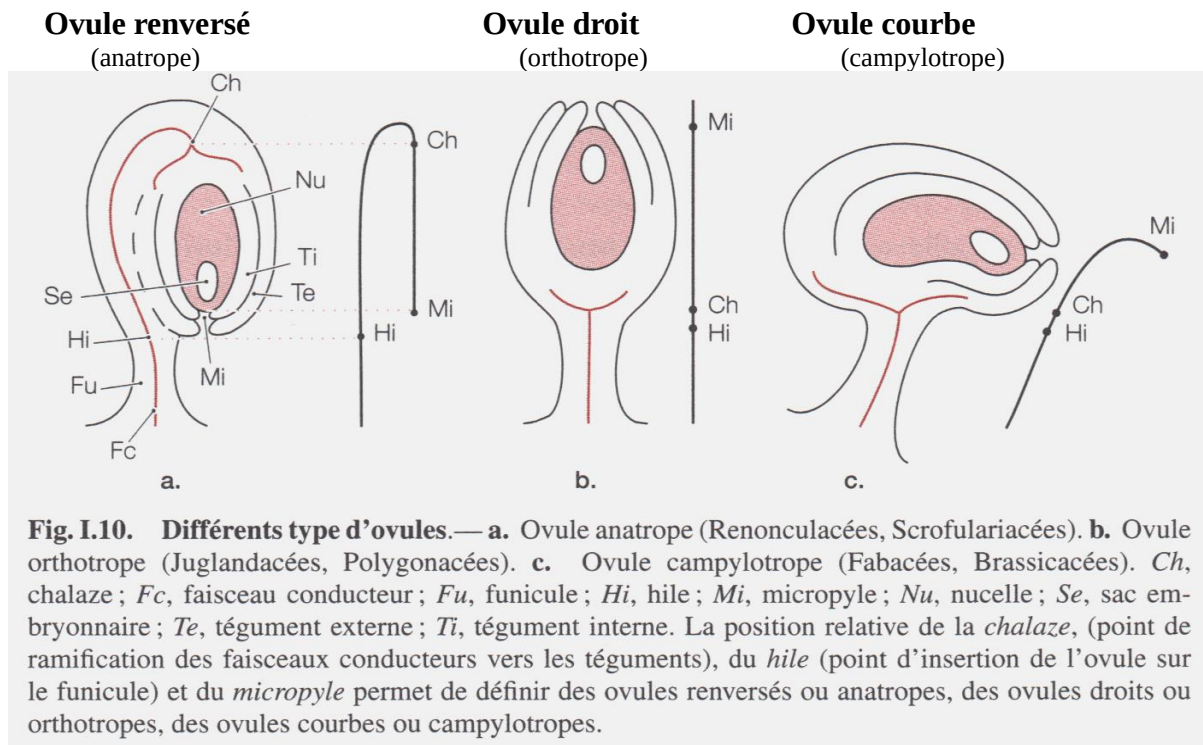
⇒ L'ovule, au sein de l'ovaire

Un **carpelle** comprend une base élargie et creuse, l'**ovaire** et une partie supérieure, étroite, le **style**, terminé par le **stigmate** dont la surface souvent papilleuse sécrète un liquide visqueux. L'ensemble des carpelles constitue le **pistil**.

Les **ovules** sont portés par les bords renflés de l'ovaire ou **placentas**. Le carpelle est replié de telle sorte que les deux bords placentaires soient jointifs et que l'ovaire constitue une cavité close dans laquelle sont enfermés les ovules.

Un ovule comprend essentiellement un tissu central, le **nucelle**, et un ou deux **téguments** qui ménagent une ouverture étroite, le **micropyle**. Le **funicule** fixe l'ovule sur le placenta, son point d'attache sur la partie renflée de l'ovule étant le **hile**.

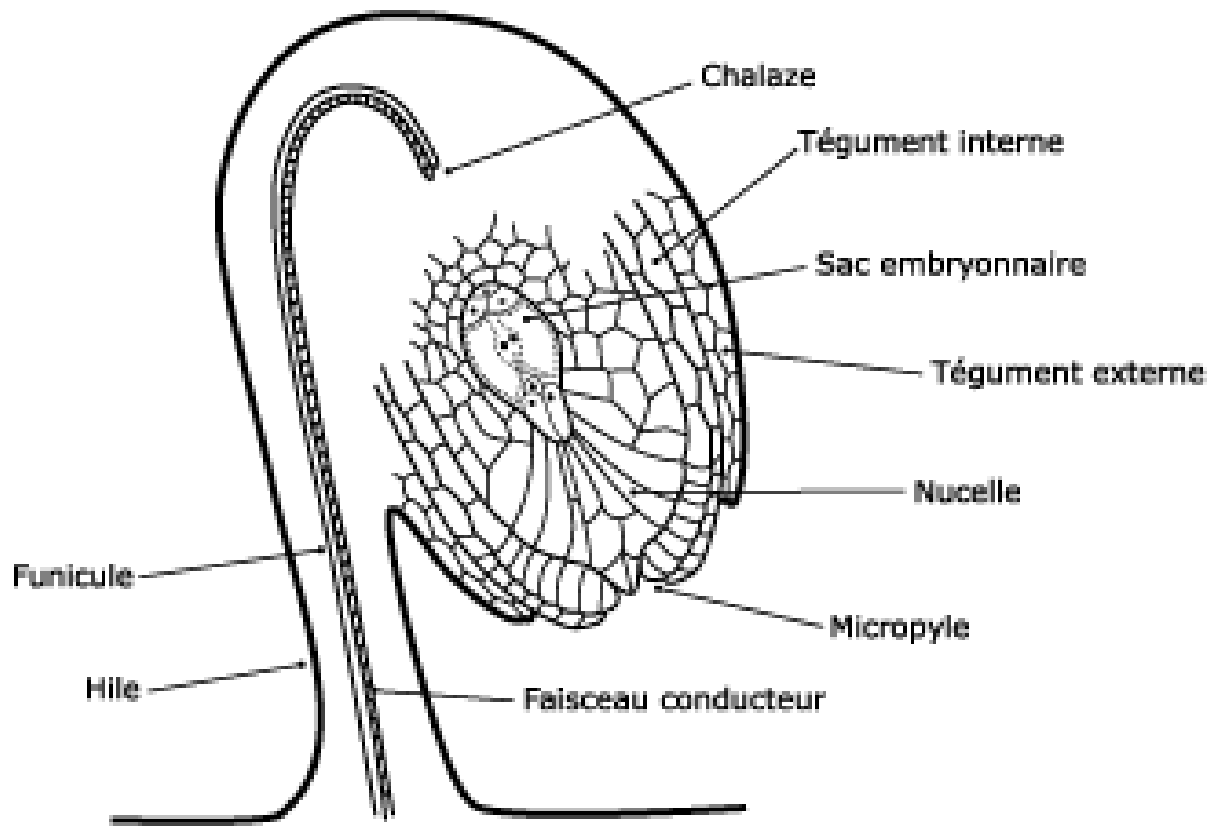
Les ovules peuvent être **droits ou orthotropes, courbés ou campylotropes, renversés ou anatropes**.



**Fig. I.9. Quelques exemples de variations du gynécée : coupes transversales d'ovaire.**— **a.** Pistil simple. **b à d.** Pistils composés. *Fc*, faisceau conducteur; *L*, loge; *O*, ovule; *Pl*, placenta. La ligne pointillée indique la zone de suture des carpelles.

Suivant le mode de soudure des carpelles entre eux, on distingue différents types de placentation :  
**centrale, axile, pariétale.**





### ⇒ Le sac embryonnaire, gamétophyte femelle

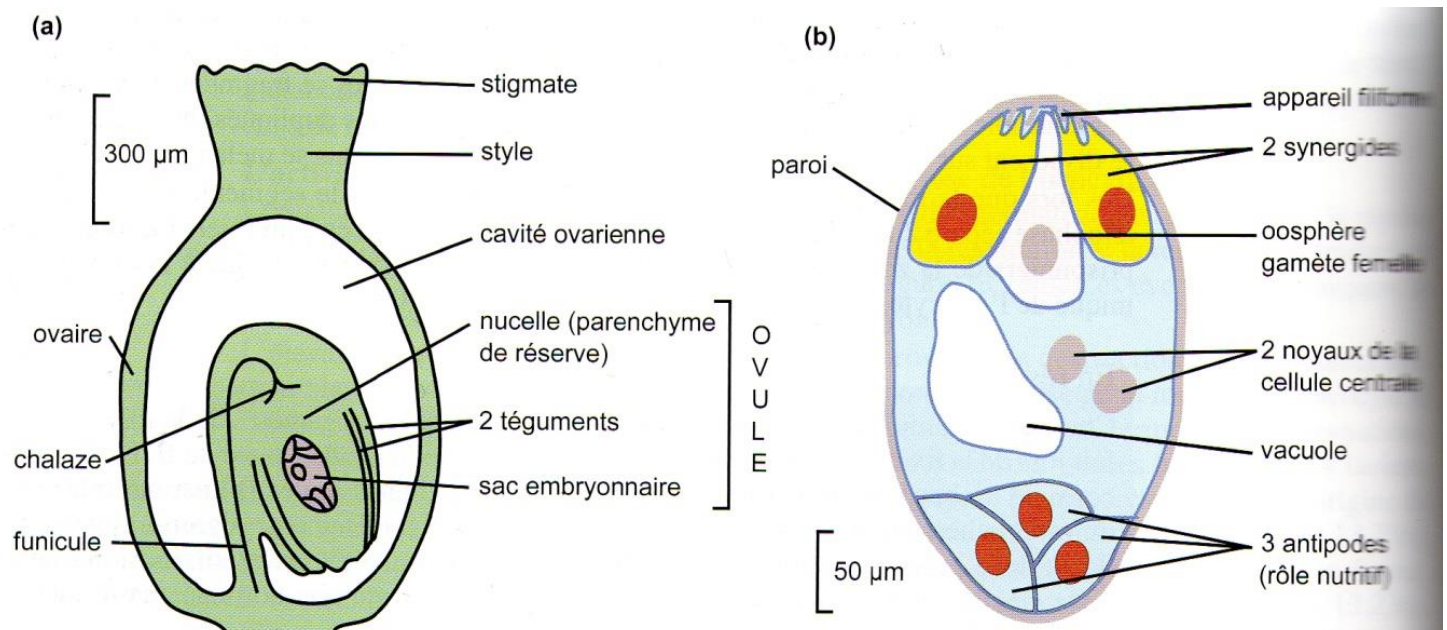
Le sac embryonnaire est le gamétophyte femelle. Il est formé au sein des ovules, elles-mêmes contenues dans les cavités des ovaires du gynécée.

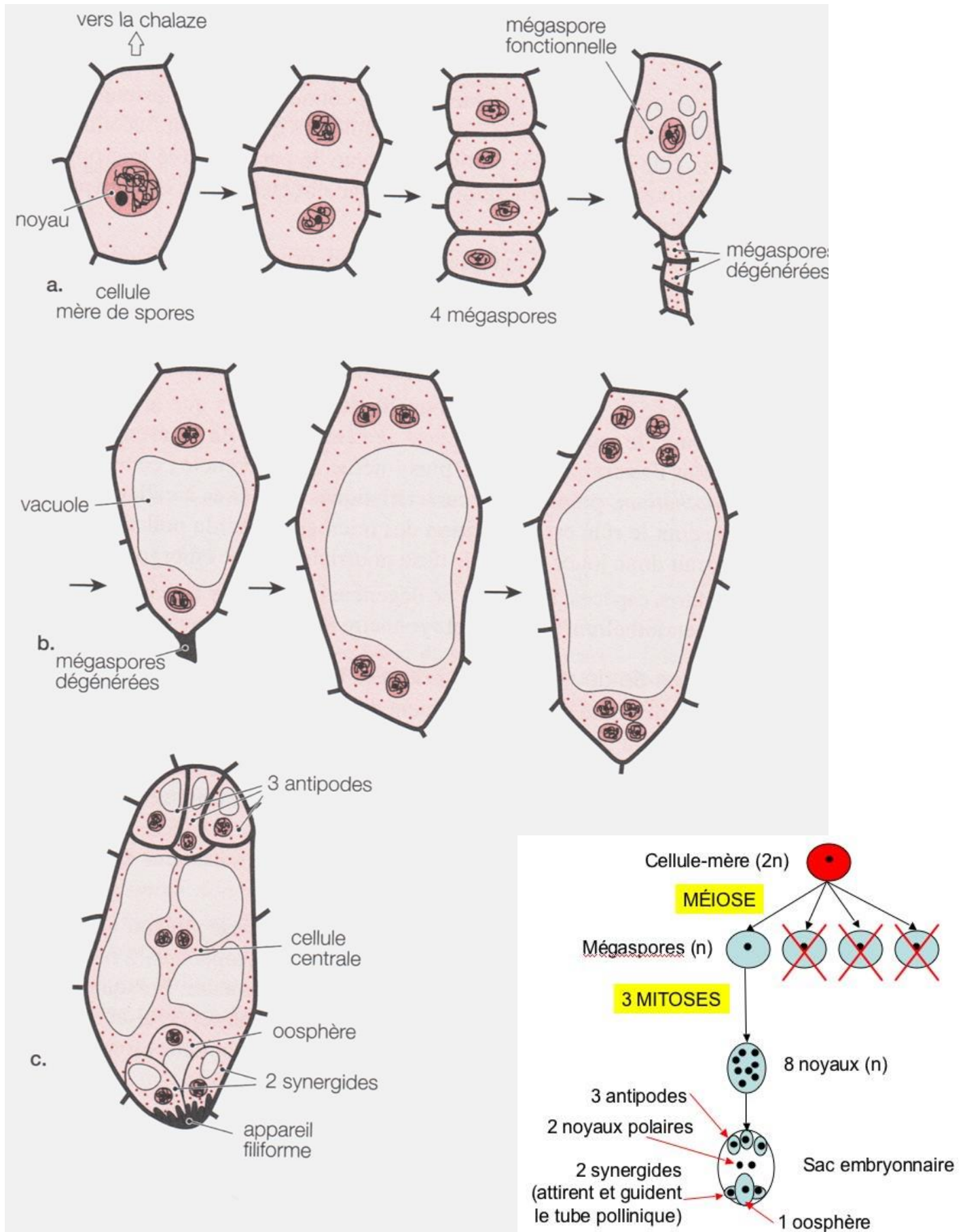
L'ovule comporte un funicule (relie l'ovule au placenta, ou paroi de l'ovaire), un ou deux téguments, et un nucelle. Une unique cellule du nucelle est sporogène : elle subit la méiose, et forme une unique cellule (3 dégénèrent) : la macrospore, située à proximité du micropyle.

Cette **macrospore** subit alors trois méioses, donnant une structure à 8 noyau pour 7 cellules (une cellule binucléée) : le sac embryonnaire.

Le **sac embryonnaire** comporte donc :

- Une **oosphère**, qui est le gamète femelle
- Deux **synergides**, entourant l'oosphère
- Une **cellule centrale** binucléée (dicaryotique :  $n+n$ )
- Trois **antipodes**, situées du côté opposé à l'oosphère





g. IV.4. La formation du sac embryonnaire de type *Polygonum* (renouée).— a. Megasporogénèse. b. Mégagamétogénèse. c. Sac embryonnaire. Le micropyle est situé vers le bas. (Modifié d'après Chau, *Anatomy of Seeds Plants*, John Wiley and sons, 1977.)

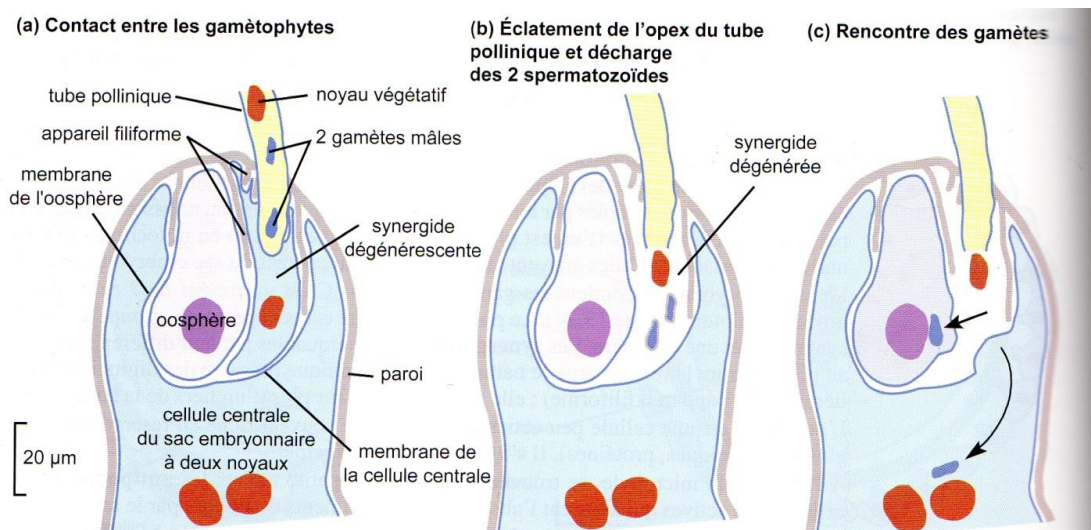
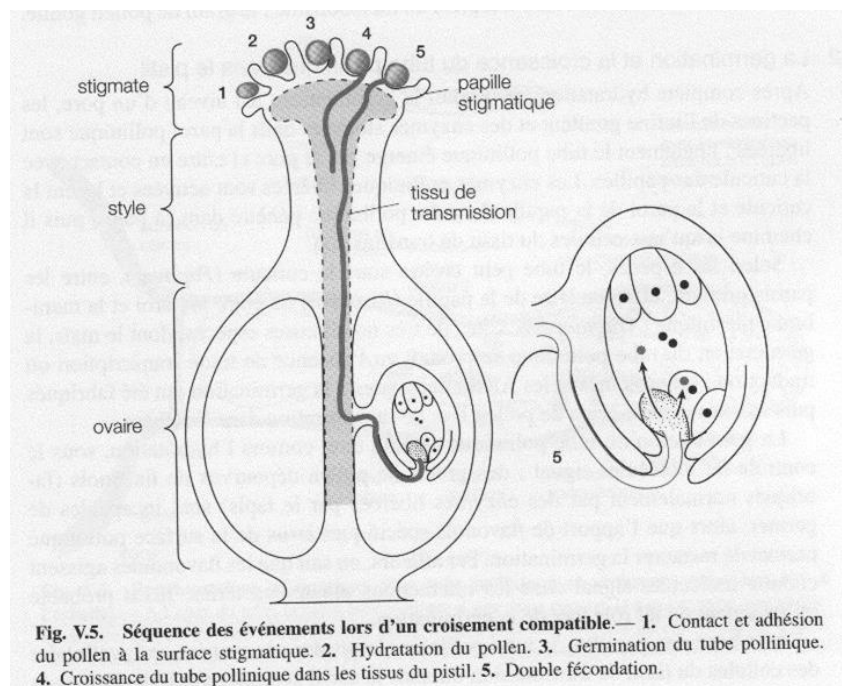
### 4.3. La double fécondation des Angiospermes

La **pollinisation** permet le dépôt du grain de pollen sur le stigmate. Une fois reconnu (spécificité d'espèce), le grain de pollen **germe**, en développant un long **tube pollinique**. Celui-ci s'allonge dans le style, jusqu'à atteindre l'**ovaire**, puis un **ovule**, dans lequel il pénètre au niveau du **micropyle**.

Au contact d'un synergide du sac embryonnaire, le tube pollinique libère les **deux noyaux gamétiques mâles** :

- Un noyau mâle fusionne avec les deux noyaux de la **cellule centrale**, formant un **organisme triploïde** : **l'albumen**, ou **zygote accessoire**, qui aura des fonctions nutritives.
- L'autre noyau mâle fusionne avec l'**oosphère** (gamète femelle), formant le **zygote principal, diploïde**. C'est cet organisme qui se développera pour former la plantule présente dans la graine.

Suite à cette double fécondation, les parois de l'ovule se différencient pour former les parois de la graine, et les parois de l'ovaire se différencient pour former le **fruit**. Des réserves sont stockées : soit dans l'albumen, soit dans les feuilles embryonnaires (cotylédons ; les **dicotylédones** possèdent deux cotylédons, alors que les **monocotylédones** n'en possèdent qu'un seul).



### 5. Bilan des observations à faire

- ☒ Fleur fournie : dissection, formule florale, dissection florale
- ☒ Fleur fournie : CT ovaire (loupe + microscope), CT anthère
- ☒ Lames commerce : CT ovaire, CT anthères → dessin d'observations