

## **Chapitre 5 : La reproduction chez les angiospermes**

### **Objectifs :**

Ce cours permet de

- Présenter la formation des gamètes, La Gamétogénèse ;
- Présenter les différents agents de la pollinisation ;
- Montrer les phénomènes liés à la germination du pollen, à l'embryogenèse et à la fécondation.

### **Plan**

Introduction

I- La gamétogénèse

I- 1 : La gamétogénèse mâle : Microsporogénèse

I- 2 : La gamétogénèse femelle : Macrosporogénèse

I- 3 : Comparaison entre les deux gamétophytes : mâles et femelle

II – La Fécondation

II-1 : La pollinisation

II-2 : Germination du pollen

II-3 : La double fécondation

Références bibliographiques

## Introduction

La reproduction sexuée chez les Angiospermes est permise par le déplacement passif du gamétophyte mâle (grain de pollen) qui est déposé sur le stigmate, sa germination permet ensuite la fécondation du gamétophyte femelle (sac embryonnaire) situé dans l'ovule, lui-même situé dans un ovaire ; c'est la siphonogamie. La graine qui dérive de l'ovule (l'ovaire donnant le fruit) permettra la dissémination de l'espèce et subira une germination (= libération et début de croissance d'une jeune plantule).

### Rappel :

- Spore = cellule généralement haploïde dont les divisions cellulaires (mitoses) produisent généralement un gamétophyte. Ce gamétophyte est une génération haploïde qui produit des gamètes.
- Gamète : cellule haploïde qui subit la fécondation. Après fécondation, il y a obtention d'un zygote qui subit des mitoses et donne le sporophyte diploïde. Nous allons voir que, chez les Angiospermes, la situation est un peu particulière parce qu'il y a double fécondation.

NB Chez les Angiospermes (comme chez des nombreux végétaux), les cellules obtenues après méiose ne sont pas des gamètes : ce sont des « spores » (macrospore pour la spore femelle, microspore pour la spore mâle). En subissant des mitoses à l'état haploïde ( $n > n$ ), elles génèrent un gamétophyte (gamétophyte femelle : sac embryonnaire ; gamétophyte mâle : grain de pollen).

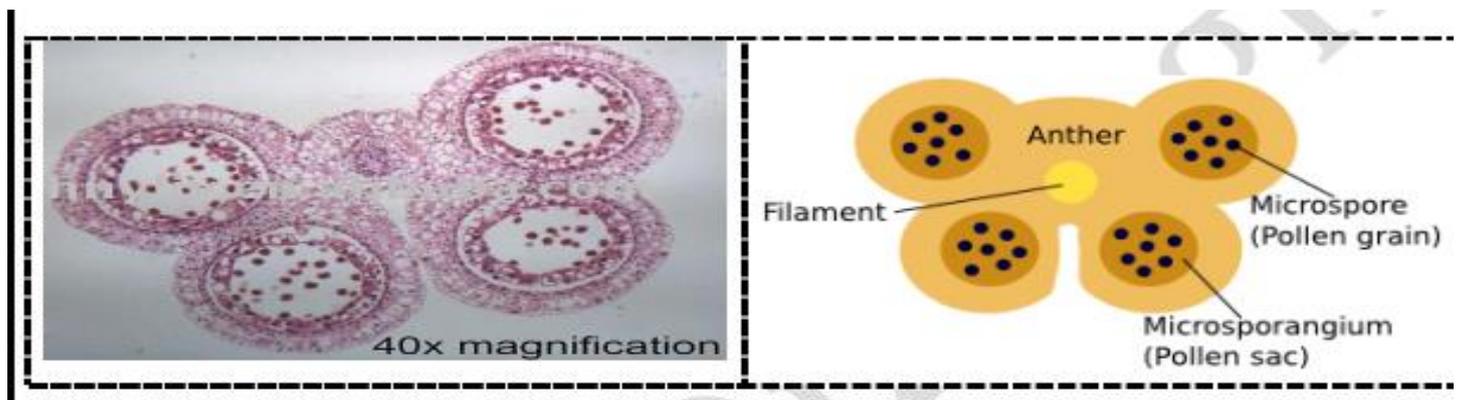
## I- La Gamétogénèse

### ➤ Notions de macro- et microsporogénèse :

Les processus qui aboutissent à la formation d'une spore sont appelés sporogénèse. Une spore à l'origine du sac embryonnaire s'appelle une macrospore ou mégaspore et on appellera macrosporogénèse (ou mégasporogénèse) sa formation. Une spore à l'origine d'un grain de pollen s'appelle une microspore et on appellera microsporogénèse sa formation.

### I.1- La gamétogénèse mâle : Microsporogénèse

L'anthere est la partie terminale de l'étamine qui renferme et produit le pollen, elle est fixée au filet soit par sa base soit par son milieu. Elle se compose de deux loges contenant chacune deux sacs polliniques. Ceux-ci, à maturité, sont remplis de pollen et s'ouvrent, généralement par déhiscence, pour répandre les grains de pollen à l'extérieur.

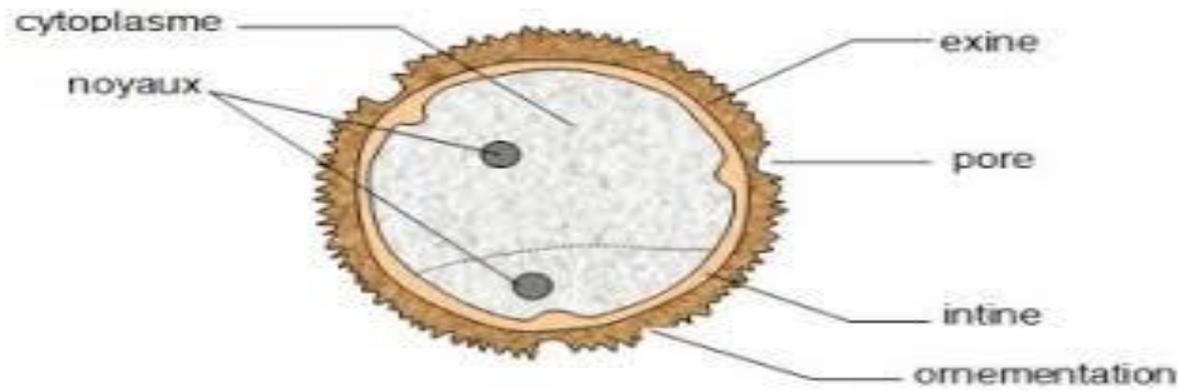


**Figure 1 :** Observation microscopique et schéma de l'anthere

### ➤ Grain de pollen

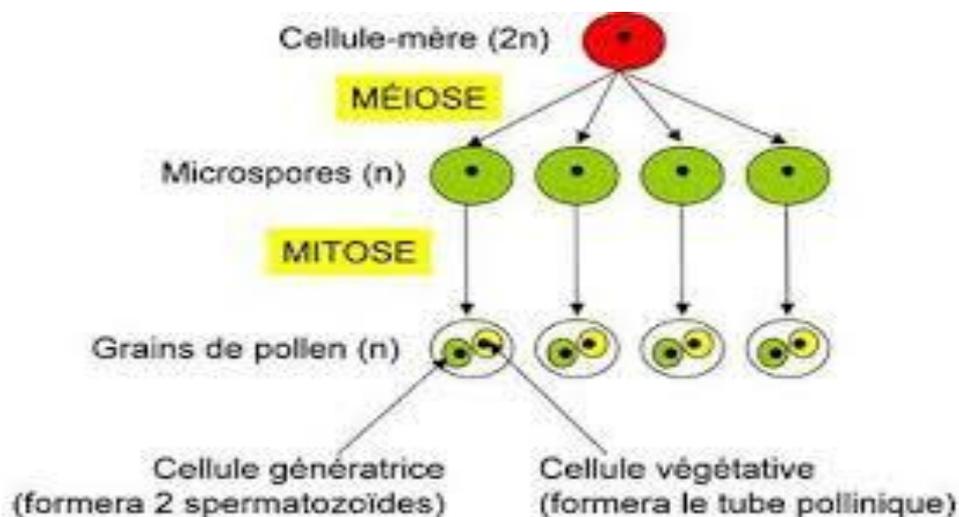
Le grain de pollen est fait de deux cellules haploïdes de tailles très inégales : la cellule végétative – de grande taille- et cellule reproductrice de petite taille incluse dans la plus grande. La cellule reproductrice est aussi appelée cellule spermatogène et cellule générative.

Le grain de pollen présente une double paroi : la couche interne (intine) mince et surtout cellulosique alors que la couche externe (exine) plus épaisse est constituée de sporopollénine et de protéine (glycoprotéines) ; Cette paroi comporte des pores (ou ouvertures). Ce ne sont pas de véritables orifices : à ce niveau, l'intine est plus épaisse mais l'exine est plus discontinue et amincie.



**Figure 2 :** Structure du grain de pollen

### ➤ La formation d'un grain de pollen



**Figure 3 :** La formation d'un grain de pollen

La formation d'un grain de pollen passe par les étapes suivantes :

- La microsporogénèse : une cellule-mère de spore (diploïde) subit la méiose, ce qui produit quatre cellules haploïdes qu'on nomme microspores. Ces cellules sont contenues par quatre dans une expansion pariétale faite en callose : cette structure constitue une tétrade de microspores. Assez rapidement, chaque microspore est individualisée.

- Chaque microspore subit une mitose à l'état haploïde qui aboutit à une cellule principale comprenant un premier noyau dite cellule végétative, et une petite cellule contenue dans l'autre (chacune ayant sa membrane) qu'on nomme cellule générative ou cellule spermatogène.
- la seconde division de mitose (toujours à l'état haploïde) qui affecte le noyau végétatif et produit les deux noyaux spermatiques (= gamètes mâles) n'intervient que lorsque le tube pollinique commence à germer, donc après pollinisation.

L'étamine est une microsprophyllite. Les sacs polliniques sont homologues des microsporangies, et les grains de pollen sont des microspores.

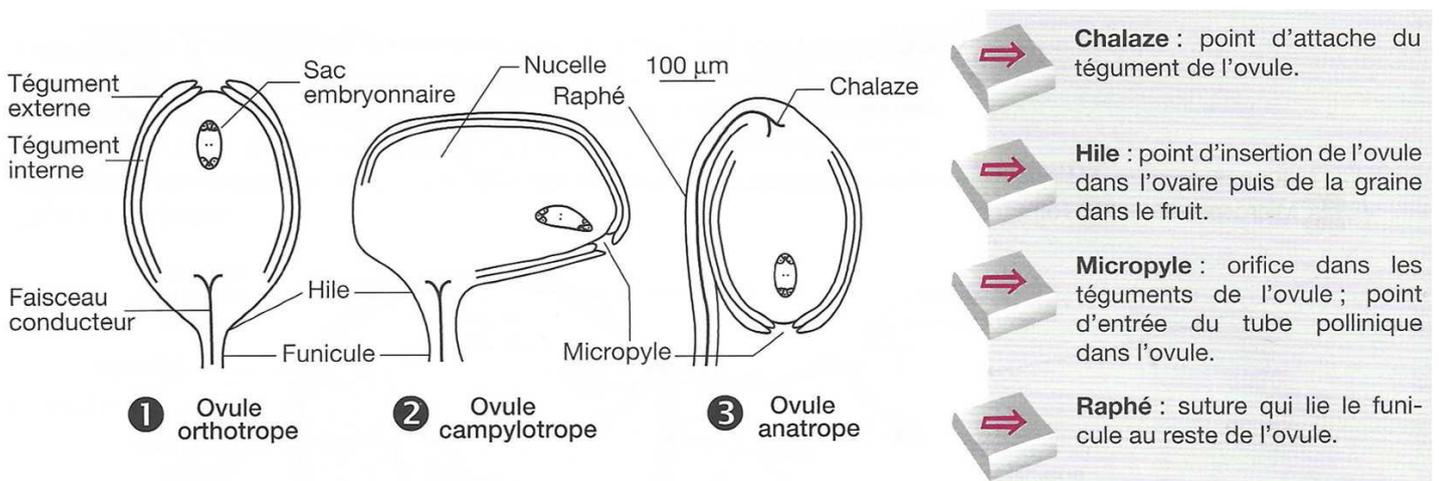
### 1.2- La gamétogénèse femelle : Macrosporo-genèse

#### ➤ L'ovule

Un ovule est une structure ovoïde composée d'un tissu central, le nucelle, au milieu duquel on trouve le sac embryonnaire (gamétophyte femelle), et limitée extérieurement par deux enveloppes tégumentaires. Ces téguments s'interrompent au niveau d'un orifice par où pénètre le tube pollinique lors de la fécondation : le micropyle.

L'ovule est relié par un funicule au tissu alimentant l'ovule (comprenant des tissus conducteurs) qu'on nomme placenta et qui est une expansion de la paroi de l'ovaire (placentation pariétale) ou de sa zone centrale (placentation axile, s'il y a des cloisons intercarpellaires / centrale s'il n'y en a pas)

On peut distinguer trois types d'ovules : les ovules droits (= orthotropes), les ovules couchés ou courbés (= campylotropes) et les ovules retournés ou renversés (= anatropes).

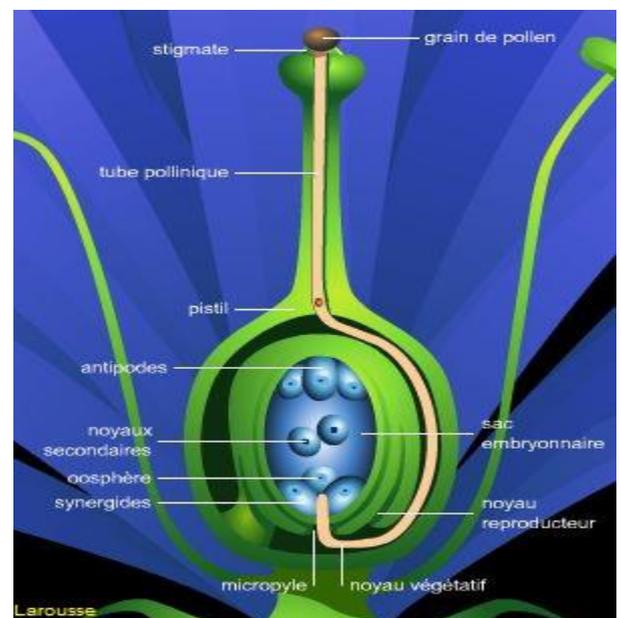
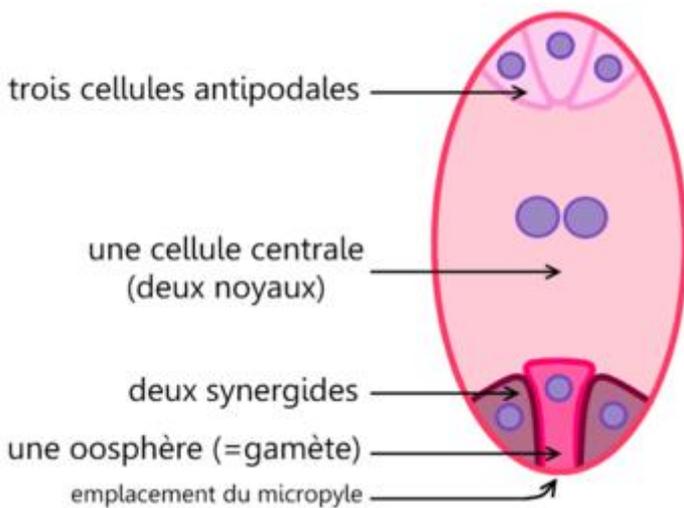
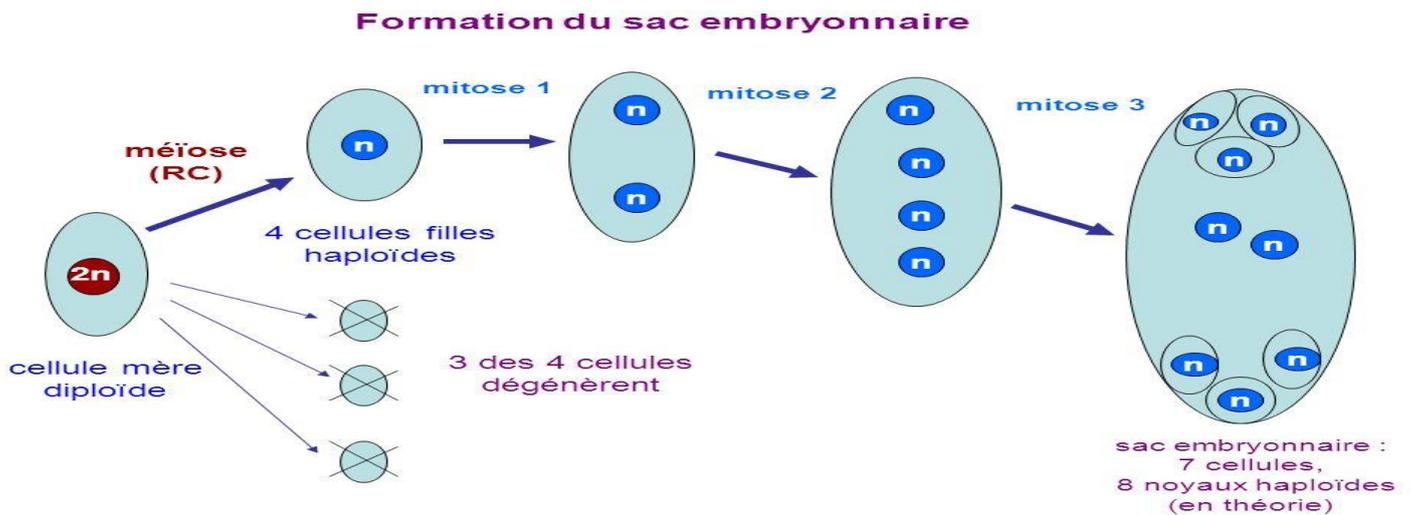


**Figure 4 :** Diversité des ovules

#### ➤ Développement du sac embryonnaire

- Formation de la macro spore : une cellule sous épidermique située dans l'axe du nucelle sous le micropyle, l'archéspore, se divise en deux par une cloison transversale cellule inférieure sporogène (cellule mère). Cette dernière subit une méiose et donne 4 macrosperes disposées en file, dans l'axe de l'ovule. La cellule inférieure donnera le sac embryonnaire ; les autres dégèrent.

- Formation du sac embryonnaire : le jeune sac grossit ; son noyau se divise 3 fois de suite par mitose pour donner 8 noyaux qui ne se séparent pas par un cloisonnement. Ils se disposent par tétrade aux deux extrémités de la cellule ; un noyau de la tétrade supérieure se rapproche d'un noyau de la tétrade inférieure et fusionnent pour donner le noyau secondaire du sac. Les 3 noyaux des 2 pôles qui restent vont s'individualiser formant des cellules. L'une des cellules (la centrale) du pôle micropylaire donne le gamète femelle ou oosphère, les deux autres, les synergides sont chargés de guider le tube pollinique en émettent une substance chimiotactique. Les trois cellules inférieures (du pôle chalazien) constituent les antipodes. L'ensemble des cellules formées constitue le prothalle femelle ou gamétophyte femelle «sac embryonnaire ».



**Figure 5 :** Formation du sac embryonnaire

### **Conclusion**

Le sac embryonnaire est généralement composé de huit noyaux individualisés en 7 cellules. Trois antipodes, deux synergides et une oosphère et une cellule centrale avec deux noyaux polaires situés au sein d'un même cytoplasme

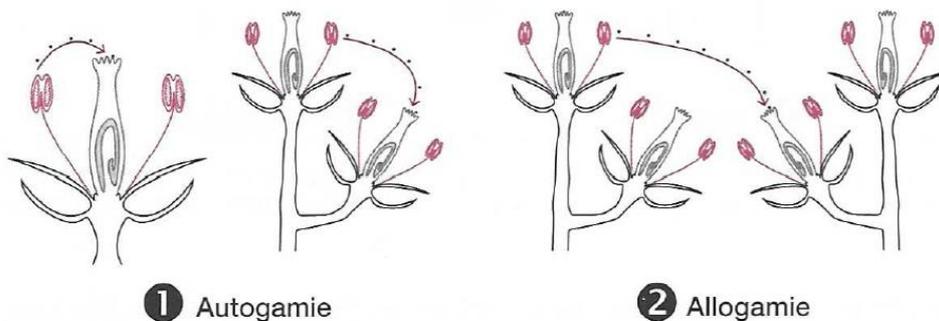
### I.3- Comparaison entre les 2 gamétophytes : mâle et femelle

Caractères	Grain de pollen	Sac embryonnaire
Archéspore	Plusieurs archéspores	Une seule archéspore
Origine de l'archéspore	s/ épidermique	s/epidermique
Devenir de la cellule pariétale	Donne l'ensemble de la paroi du sac pollinique	Elle dégénère
Devenir de la cellule sporogène	4 microspores qui évoluent en 4 grains de pollen	4 macrospores et seulement une persiste
Etat des spores	Cellule mère et grains de pollen libres dans le sac pollinique	Cellule mère et sac embryonnaire encrés dans le nucelle
Composition cellulaire du gamétophyte	Réduit à 2 cellules	Réduit à 6 cellules (8noyaux)

## II- La fécondation

### II.1- Pollinisation

La pollinisation est le processus de transport d'un grain de pollen depuis les étamines vers le pistil, soit par autofécondation (pollen d'une fleur se dépose sur le stigmate de la même fleur) et c'est la pollinisation directe ou autogamie, soit par fécondation croisée (le pollen d'une fleur se dépose sur le stigmate d'une autre fleur de la même espèce) et c'est ce qu'on appelle pollinisation croisée ou allogamie.



**Figure 6 :** Les types de la pollinisation

Le pollen peut être transporté par le vent, les insectes, l'eau ou par certains animaux.

L'anémogamie (= anémophilie) est un mode de pollinisation dû à un transport du pollen par le vent.

L'entomophilie (= entomogamie) est un mode de pollinisation dû à un transport du pollen par des Insectes.

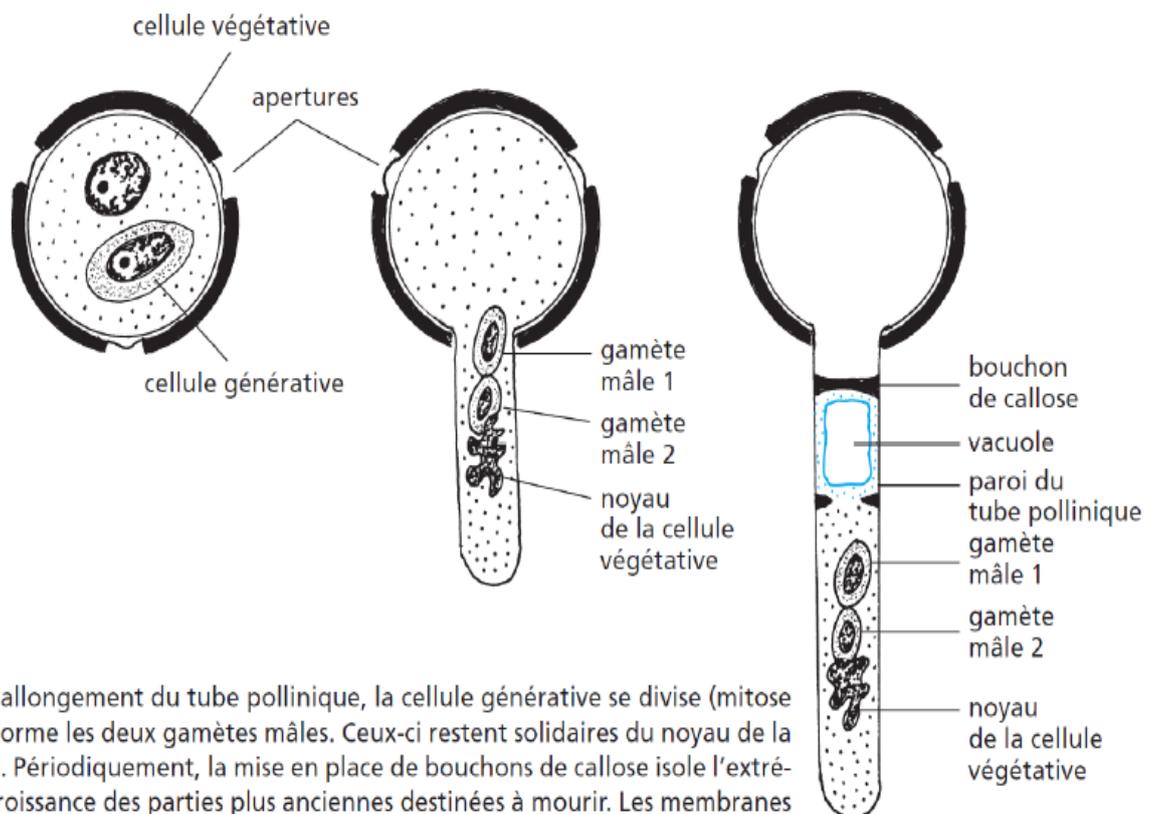
L'eau (hydrogamie = hydrophilie), notamment chez diverses plantes aquatiques.

D'autres animaux (autres zoogamies = « zoophilies ») : Oiseaux (ornithogamie, comme les Colibris tropicaux), Araignées (arachnogamie)...

## II.2- Germination du pollen

La germination du pollen nécessite certaines conditions favorisant cette germination, parmi, l'eau, les nutriments au niveau du stigmate, une température ambiante, et une compatibilité génétique.

La réhydratation et la germination du pollen, suite à son dépôt sur le stigmate d'une fleur compatible. Les papilles stigmatiques sécrètent un mucus adhésif glycoprotéique (mucilagineux) qui retient les grains de pollen et qui est très riche en eau. À son contact, le grain de pollen se réhydrate, ce qui augmente la turgescence de la cellule végétative et tend à produire des excroissances au niveau des ouvertures, zones de moindre résistance. Une seule excroissance perdure et est à l'origine du tube pollinique

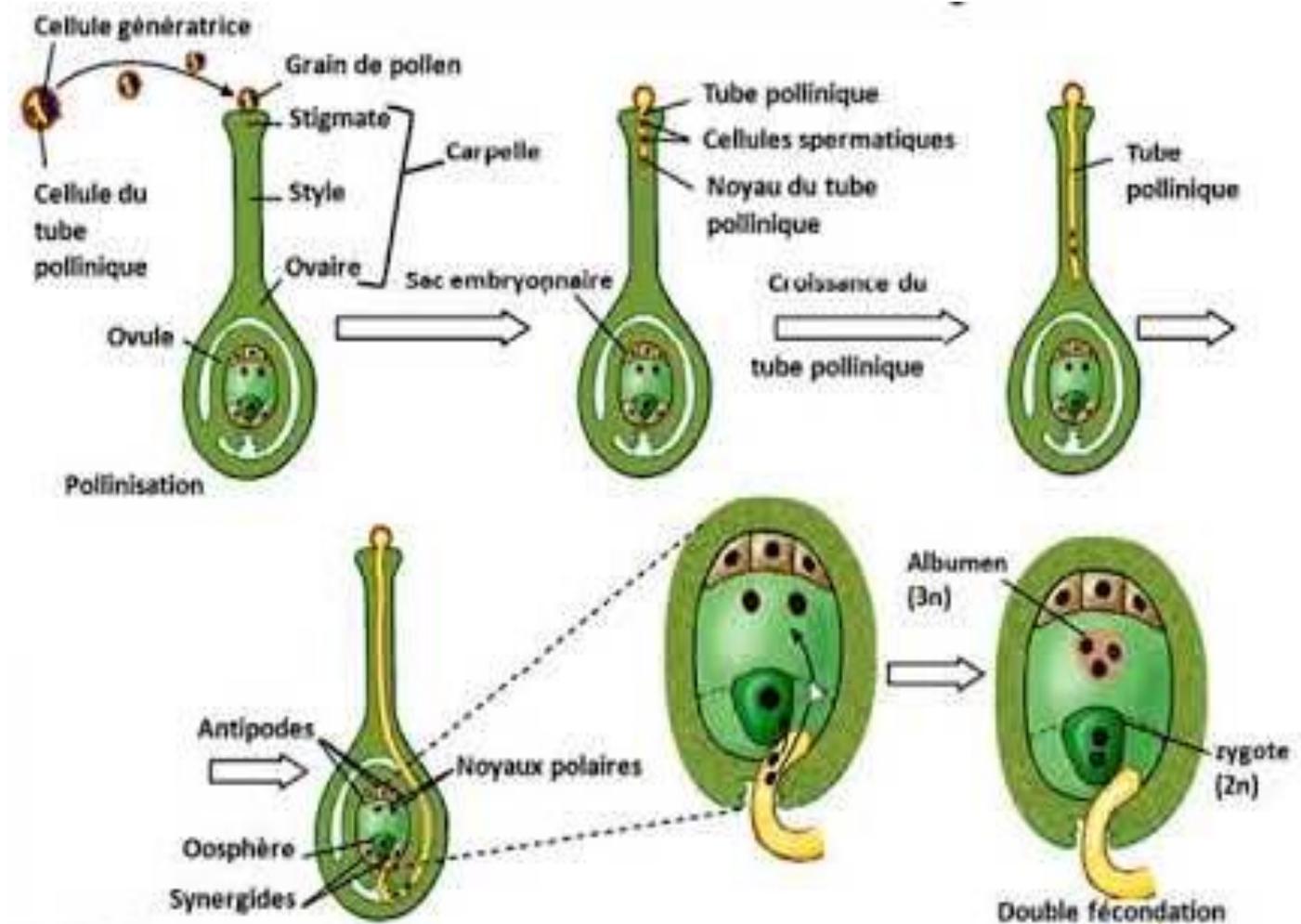


Dès le début de l'allongement du tube pollinique, la cellule générative se divise (mitose gamétogène) et forme les deux gamètes mâles. Ceux-ci restent solidaires du noyau de la cellule végétative. Périodiquement, la mise en place de bouchons de callose isole l'extrémité vivante en croissance des parties plus anciennes destinées à mourir. Les membranes cellulaires adossées aux parois cellulaires ne sont pas représentées.

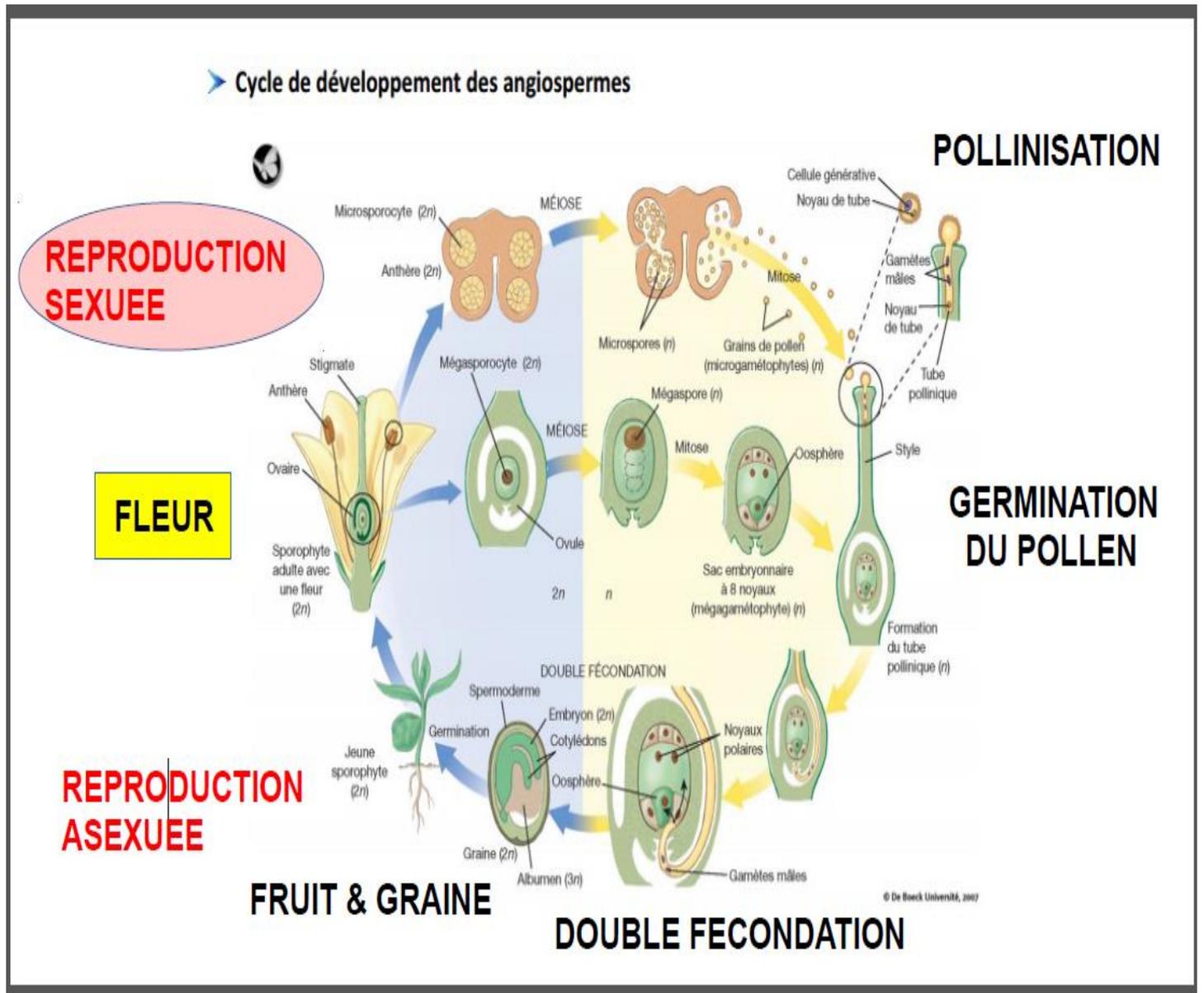
**Figure 7 :** Germination du grain de pollen

### II.3- La double fécondation

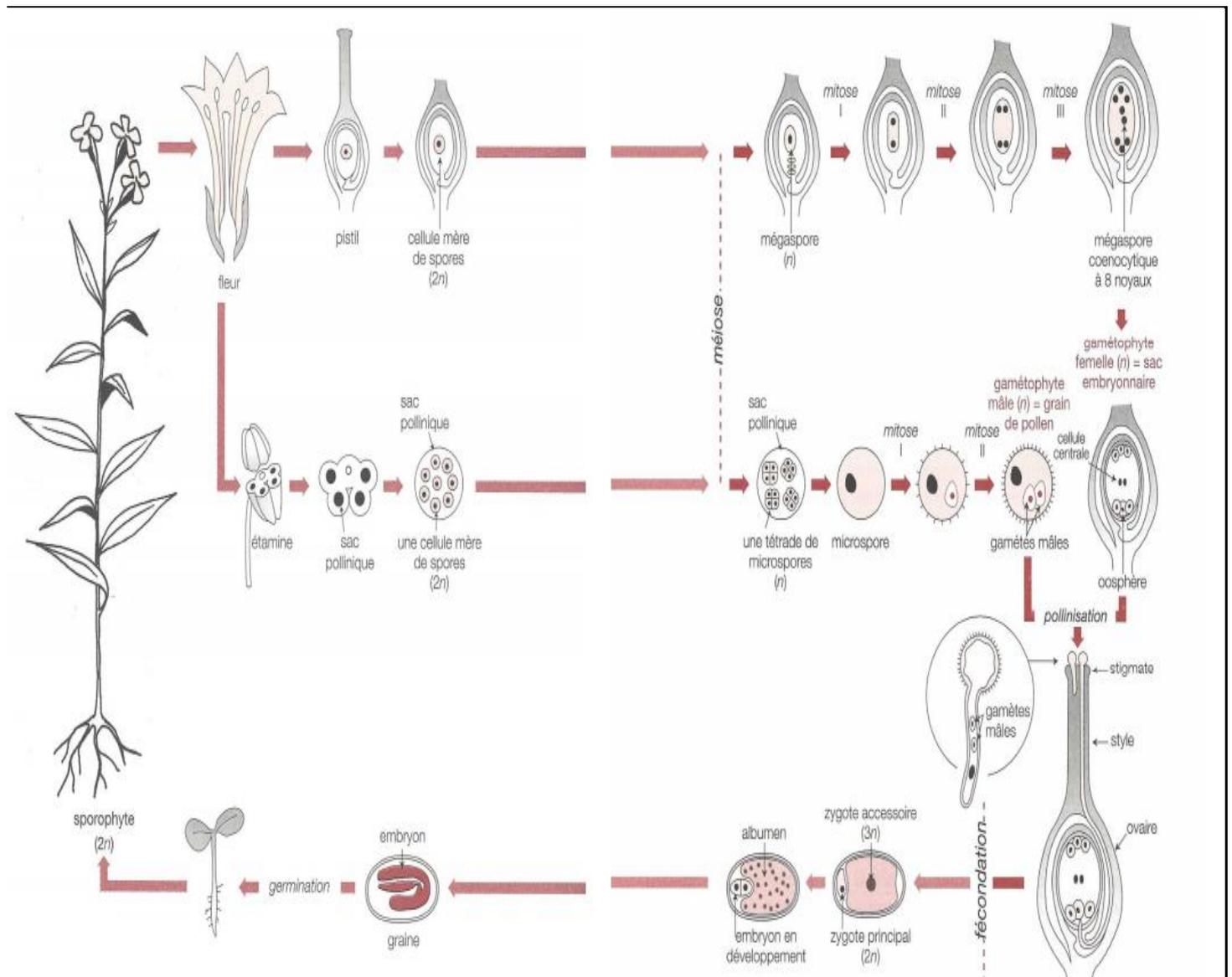
Une fois au niveau du micropyle, le tube pollinique déverse les deux gamètes males dans le sac embryonnaire. L'un des gamètes males fusionne avec l'oosphère pour donner l'œuf principal. L'autre gamète male fusionne avec les deux noyaux de la cellule centrale pour donner l'œuf accessoire qui donnera ultérieurement l'albumen : c'est la double fécondation des angiospermes.



**Figure 8 :** La double fécondation



**Figure 9-1 :** Cycle de développement des Angiospermes



**Figure 9-2 :** Cycle de développement des Angiospermes

**Références bibliographiques**

- PEYCRU, P. (dir.), J.-C. BAEHR, F. CARIOU, D. GRANDPERRIN, C. PERRIER, J.-F. FOGELGESANG & J.-M. DUPIN (2010b). Biologie tout-en-un BCPST 2e année. Dunod, Paris, 2e édition.
- Gérard Dutruge (2018). Cours : La reproduction des plantes à fleurs (Angiospermes) : de multiples stratégies pour coloniser l'environnement.
- Tanguy JEAN (2017). Cours : La reproduction des Angiospermes.

**Webographie :**

- <https://www.svt-tanguy-jean.com>
- <https://www.univ-st-etienne.fr>