

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université Badji Mokhtar, Annaba  
Faculté des Sciences



Tronc commun Biologie de la Nature et Vie  
2019/2020

# Cours de Biologie Végétale

## La reproduction chez les Spermaphytes

Dr. BOUDIAF – ARAMA I.



# ***LA REPRODUCTION CHEZ LES SPERMAPHYTES***



# **CHAPITRE V :**

# **LA GAMÉTOGÉNÈSE**

# Objectifs



- Traiter une étape fondamentale dans la reproduction chez les spermaphytes, la formation des gamétophyte mâle (grain de pollen) et femelle (ovule ou oosphère).
- Connaitre les caractéristiques de ces gamétophytes, à la fois morphologiques et fonctionnelles.

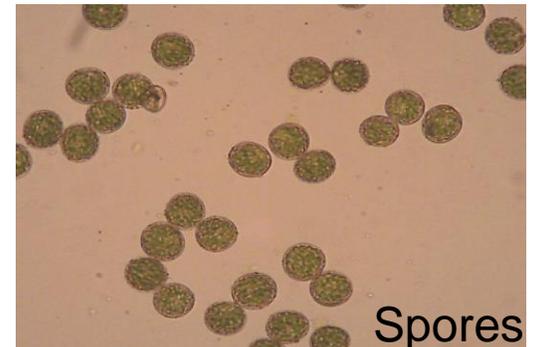


- Lexiques**
- La fleur : lieu de formation des gamètes**
- La gamétogénèse chez les Angiospermes**
- La gamétogénèse chez les Gymnospermes**
- Cycle de vie et alternance de phase**

# Lexique



- **Spores** : cellules reproductrice germant sans copulation. C'est une structure de dissémination de certaine espèces végétales
- **Gamètes** : cellules haploïdes dont la fusion forme un zygote diploïde. **Les gamètes ne peuvent pas germer**
- **Oosphère**: gamète ♀ beaucoup plus grand que le gamète ♂ et non mobile.
- **Gamétogénèse** : processus de formation des gamètes incluant la méiose. Chez les Angiospermes, les gamétogénèses femelle et mâle se déroulent pendant le développement du bourgeon floral, plus précisément un peu après la différenciation de jeune anthère dans laquelle se forment les grains de pollen et du carpelle dans lequel se forme les ovules



# Lexiques



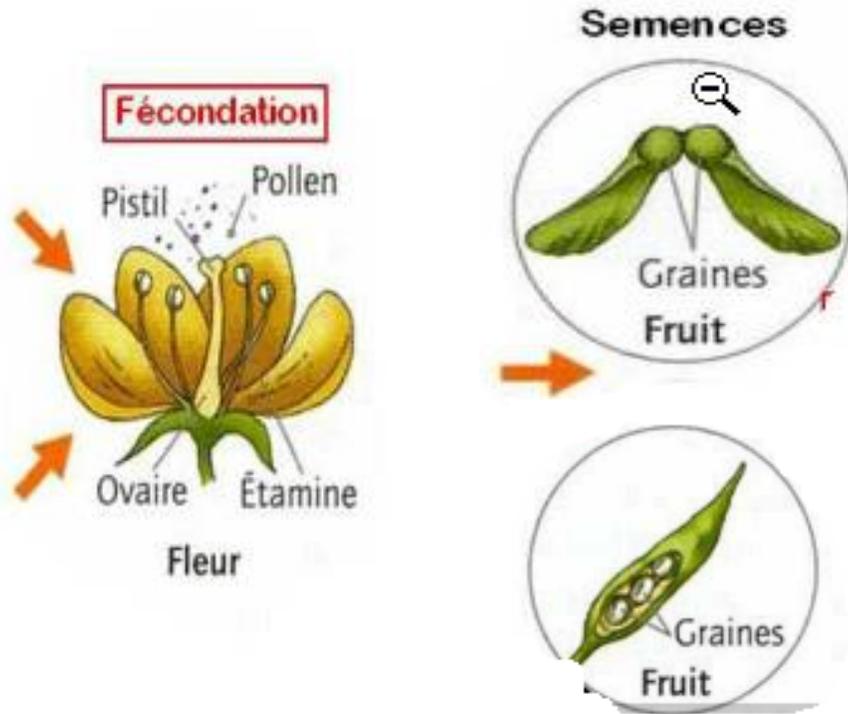
- **Zygote** : cellule diploïde issue de la fusion de deux gamètes (mâle et femelle )un sporophyte
- **Sporophyte** : Phase diploïde pluricellulaire du cycle de vie des végétaux qui produit des spores.
- **Gamétophyte** : phase haploïde pluricellulaire du cycle de vie des végétaux qui produit des gamètes
- **Cycle de développement** : C'est l'ensemble des transformations subies par un organisme du stade zygote au stade gamète à l'origine du zygote du cycle suivant. Chez les végétaux supérieurs il est caractérisé par une alternance d'une phase haploïde ou haplophase ( $n$ ) et d'une phase diploïde ou diplophase ( $2n$ )

# La reproduction ?



La reproduction est la fonction qui permet aux espèces vivantes de se perpétuer.

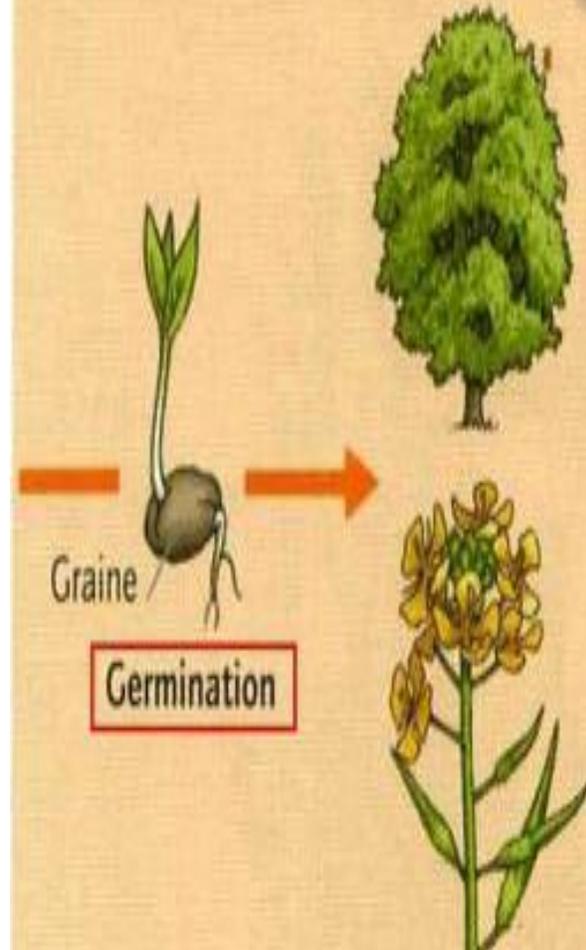
## Plantes à fleurs



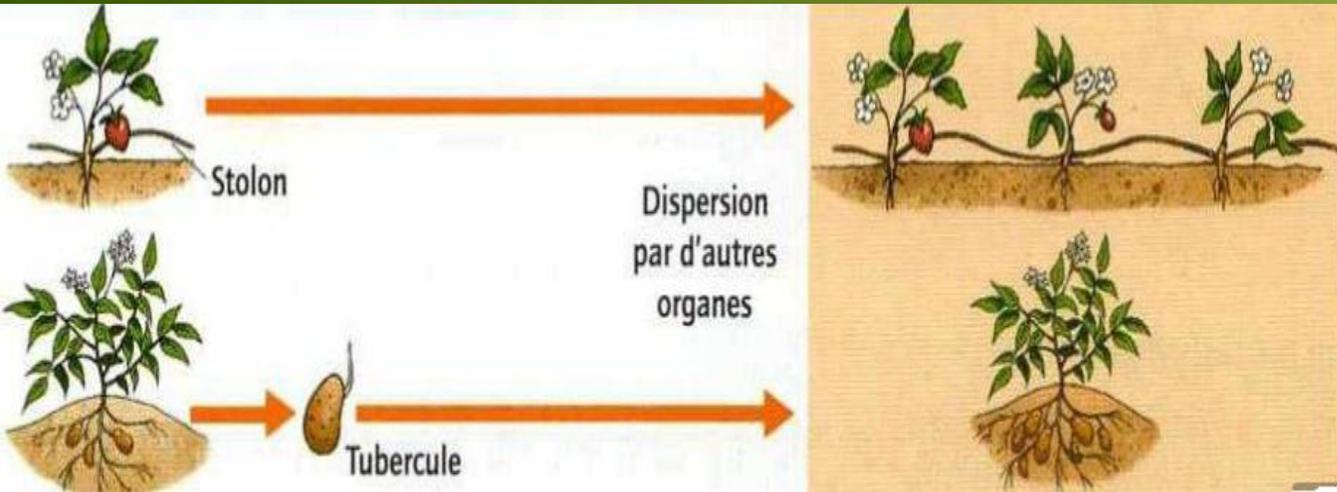
**Dispersion**  
par des fruits  
et des graines

Reproduction sexuée (Graine)

Nouveau milieu de vie



# La reproduction ?



**Stolons** : Sont des longues tiges qui relient chaque plante avec l'autre et qui se trouvent sur le même sol. Le stolon fait des nœuds et à chaque nœud des racines se forment, entraînant la pousse d'une nouvelle plante (Fraisier).

**Rhizomes et Tubercules**: Des tiges horizontales souterraines. Ils font des nœuds et à partir des quels naissent de nouvelles plantes (Iris).

**Drageons** : les racines de certaines plantes produisent des bourgeons appelés drageons. A partir d'un drageon va pouvoir se développer une nouvelle plante. Les exemples les plus courants sont : le pissenlit, le cerisier, le pommier, ...

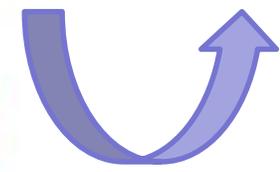
**Bouturage**: résulte de l'enracinement d'un axe feuillé détaché de la plante mère.

**Reproduction asexuée (Végétative)**



# LA GAMÉTOGÉNÈSE

# La fleur : lieu de formation des gamètes



Étamine

Anthère  
Filet

Stigmate

Style

Ovaire

Pistil  
(gynécée)

Pétales  
(corolle)

Sépales  
(calice)

Réceptacle  
Pédoncule

Péricarpe

- 90 % des Angiospermes sont **hermaphrodites**
- certaines plantes tels que le maïs, sont **monoïques**
- alors que d'autres sont **dioïques**

# La fleur : lieu de formation des gamètes



C'est l'appareil reproducteur des Angiosperme, elle est constituée de multiples pièces qui s'insèrent sur un **réceptacle floral**, relié au reste de la plante par un **pédoncule** à sa base se trouve toujours une petite structure foliacée appelées **la bractée**. Les pièces florales s'organisent en couronnes nommés **verticilles**.

## Organisation morphologique de la fleur :

1. **Le périanthe** : C'est l'ensemble des pièces florales stériles qui assurent la protection des organes reproducteurs; il est constitué d'un **calice** et d'une **corolle**.

❑ **Le calice** : c'est le verticille externe du périanthe de la fleur est formé par un ensemble de sépale. Ressemblant à des feuilles ils sont souvent de couleur verte.

❑ **La corolle** : située au-dessus du calice, elle est constituée par l'ensemble des pétales, de formes et couleurs variables.

## 2. Les organes reproducteurs

C'est l'ensemble des verticilles floraux fertiles qui sont impliqués dans la reproduction sexuée. Ils sont constitués de l'androcée (organe mâle) et du gynécée (organe femelle). La fleur peut être hermaphrodite (bisexuée) contient à la fois les organes reproducteurs mâle et femelle. On parle d'une plante :

- **Dioïque** : quand les fleurs mâles et les fleurs femelles sont portées par deux plantes séparées.
- **Monoïque** : quand une plante possédant à la fois des fleurs mâles et des fleurs femelles.

# La fleur : lieu de formation des gamètes



## 2. Les organes reproducteurs:

- a. **L'androcée** : est l'appareil reproducteur mâle de la fleur. Il est formé par des étamines. Chaque étamine est formée par un filet qui porte l'anthère. A maturité, les anthères s'ouvrent pour laisser échapper les grains de pollen. Les étamines peuvent être libres ou soudées (au niveau des filets ou des anthères).
- b. **Le gynécée (Pistil)** : est l'appareil femelle de la fleur. Il est formé de carpelles qui sont des feuilles repliées longitudinalement. Une fleur peut avoir un ou plusieurs carpelles qui peuvent être soit séparés, soit soudés, partiellement ou totalement. Le carpelle isolé ou groupes de carpelles soudés sont différenciés en :
  - **L'ovaire** : partie basale renflée, à l'intérieur se trouvent les ovules restent fixés au placenta jusqu'à leur maturité.
  - **Le style** : prolongation de l'ovaire et se termine par
  - **Le stigmate** : extrémité du style destinée à la réception du pollen et lieu de sa germination.

# La gamétogénèse chez les Angiospermes

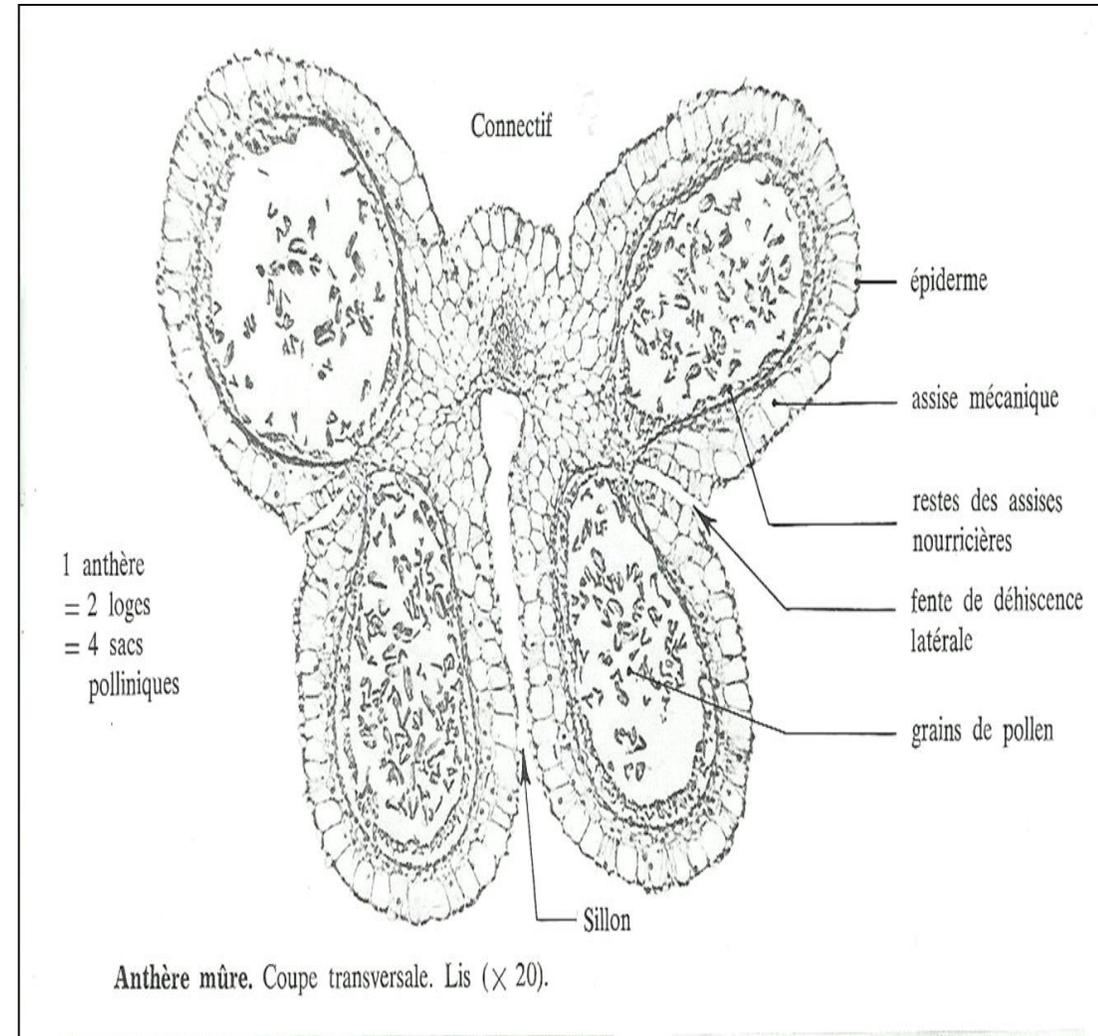
## Gamétogénèse mâles



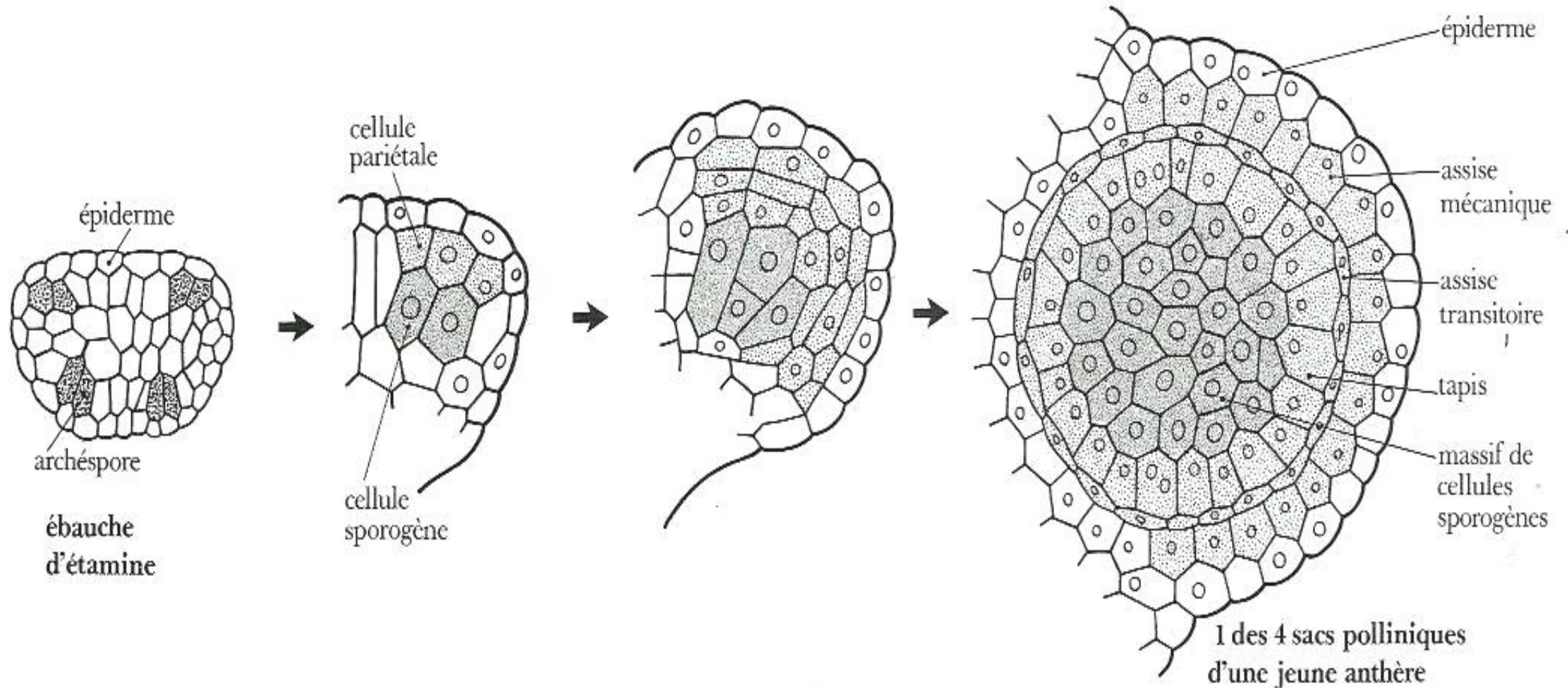
### La formation des gamètes mâles : La structure d'une anthère

La gamétogénèse mâle s'effectue dans l'étamine au niveau l'anthère jeune (à l'intérieur des sacs polliniques) juste après sa formation. Le gamétophyte mâle se forme en deux phases :

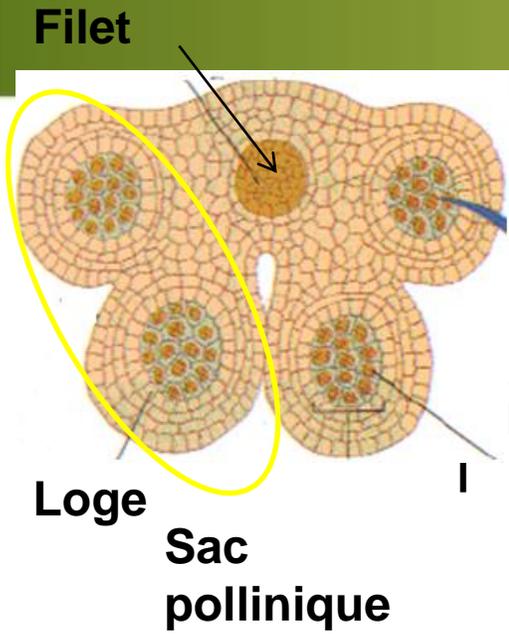
- ❑ **La microsporogénèse** : C'est la formation de microspores à partir des microsporocystes (cellules sporogènes diploïdes) qui vont subir chacune deux méioses. Chaque sporocyste va former une tétrade (4 microspores haploïdes). Les microspores vont alors former leur paroi pollinique constituée d'une couche externe **l'exine avec des ouvertures** et d'une couche interne **l'intine**.
- ❑ **La microgamétogénèse** : c'est le passage des microspores aux grains de pollen mature haploïde. Les microspores sont séparées les unes des autres, chacune va subir une mitose asymétrique formant une grande cellule végétative (contient des réserves et intervient dans la germination du grain de pollen) et d'une petite cellule génératrice (contient les gamètes mâles).



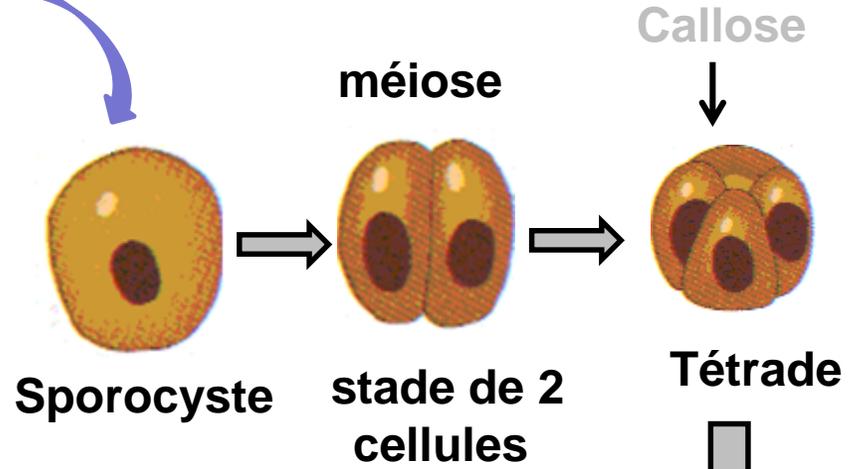
# La formation des gamètes mâles : La formation de microspore et du grain de pollen (Microgamétogénèse)



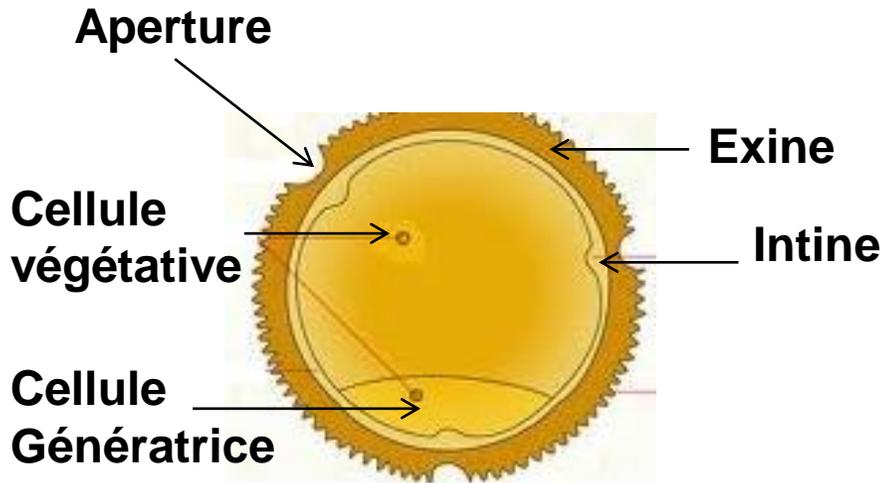
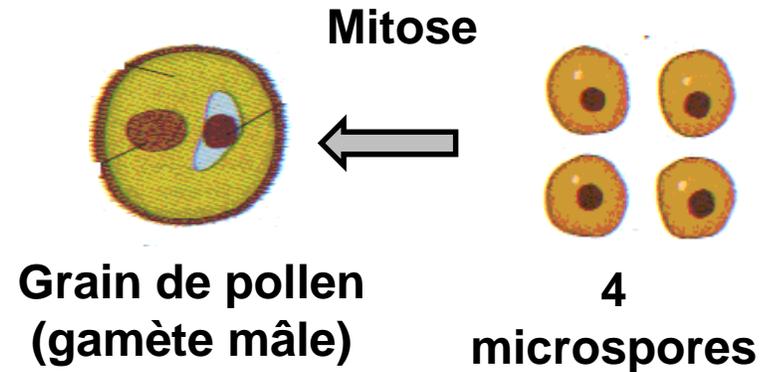
# La formation des gamètes mâles : La formation de microspore et du grain de pollen (Microgamétogénèse)



## 1) Microsporogénèse



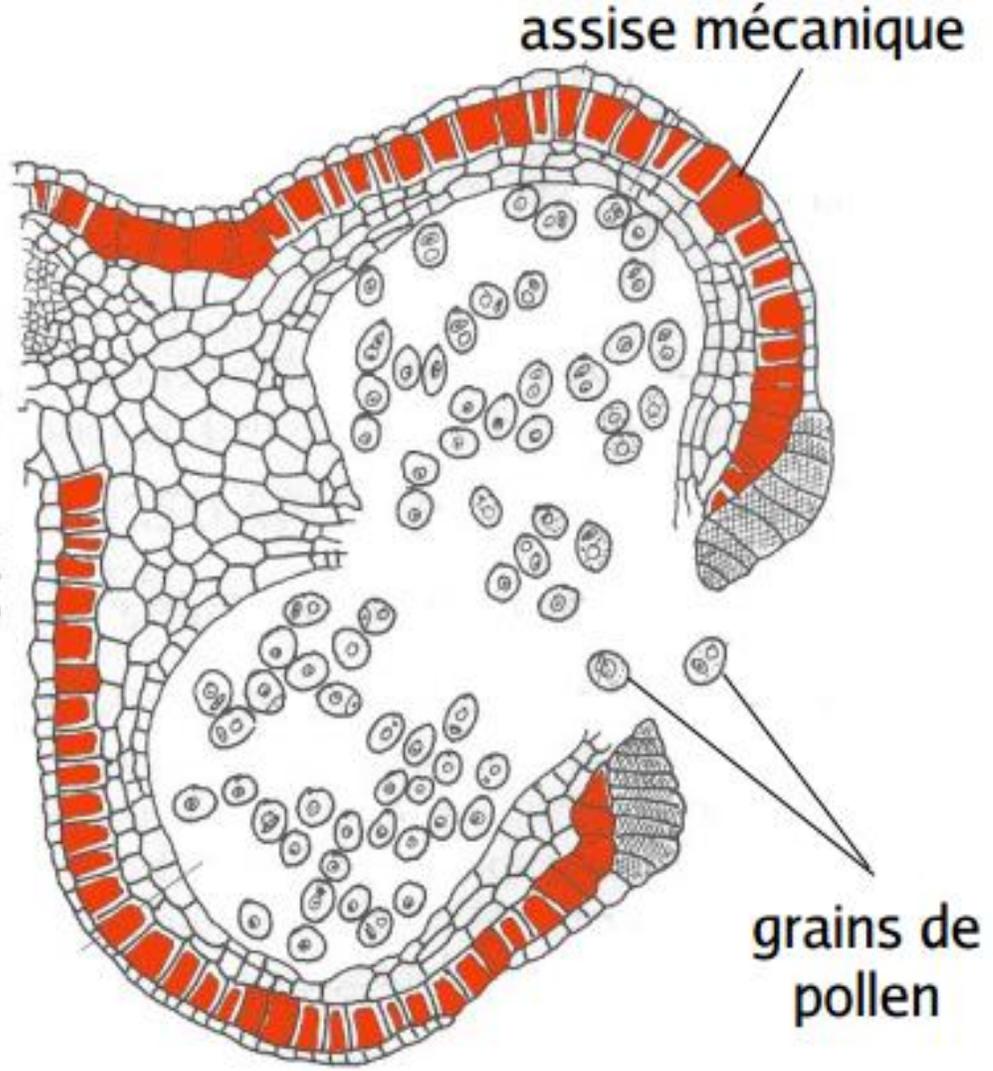
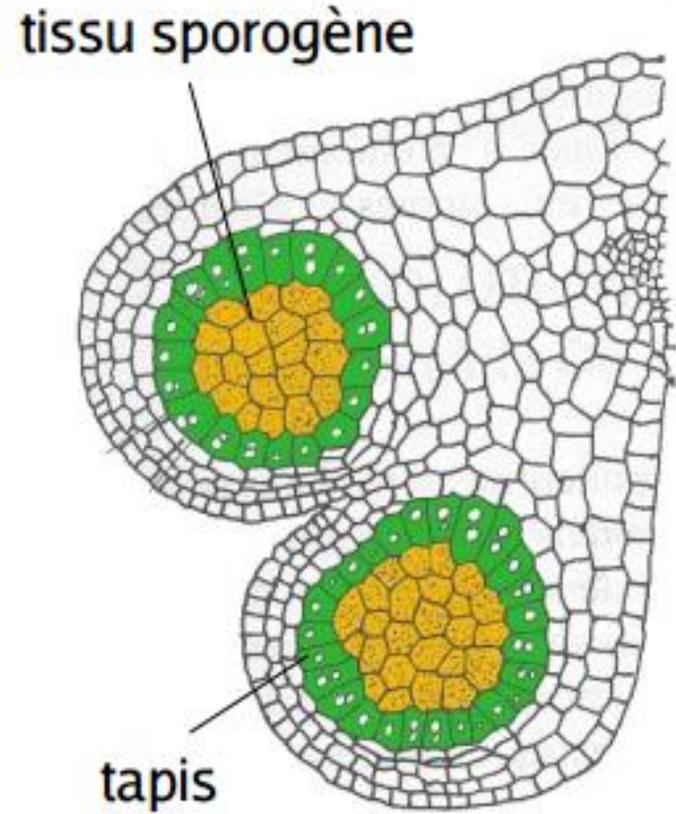
## 2) Microgamétogénèse



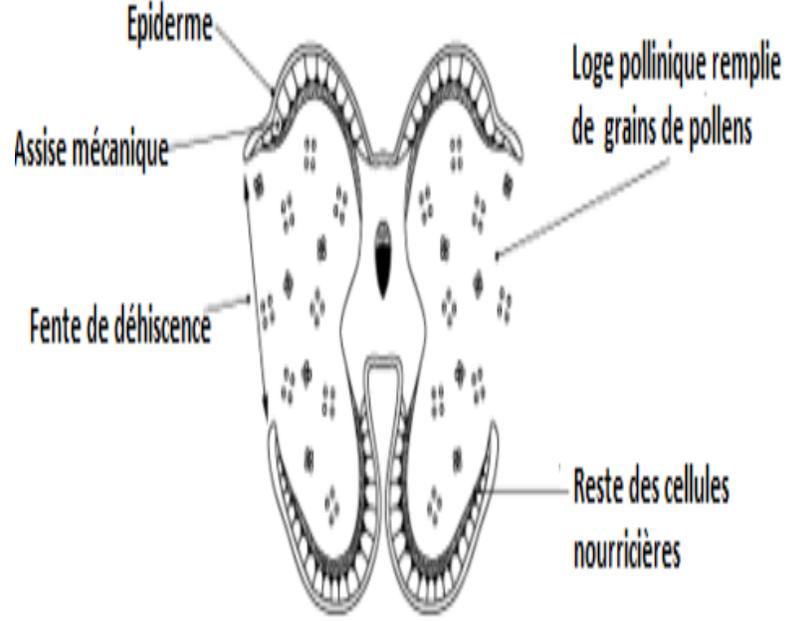
# La formation des gamètes mâles : La formation de microspore et du grain de pollen (Microgamétogénèse)



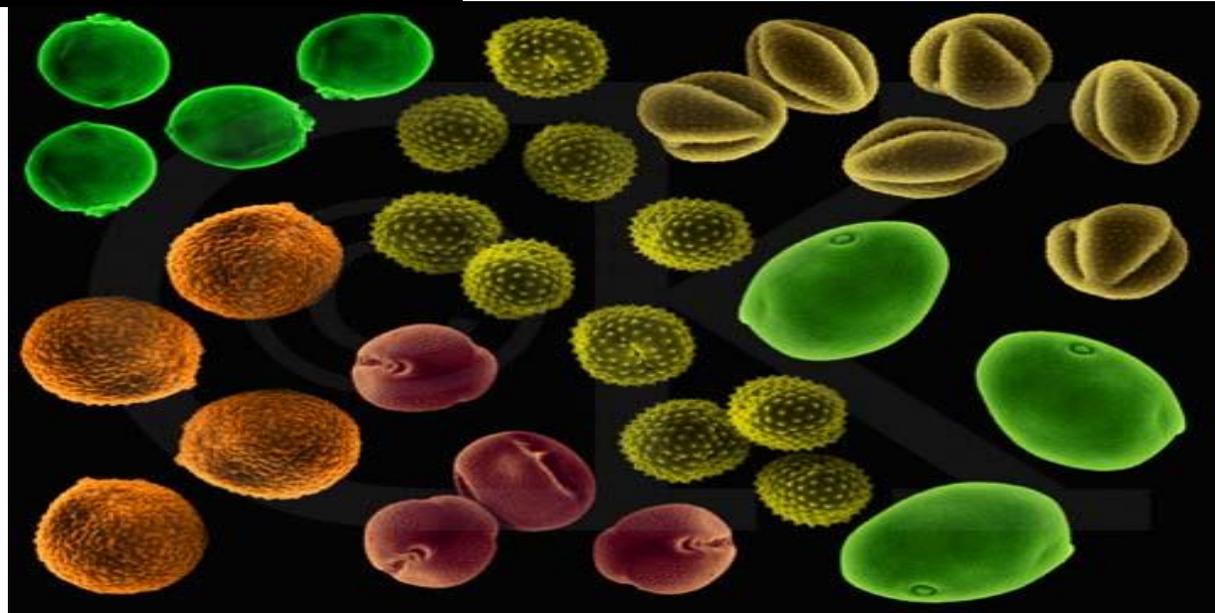
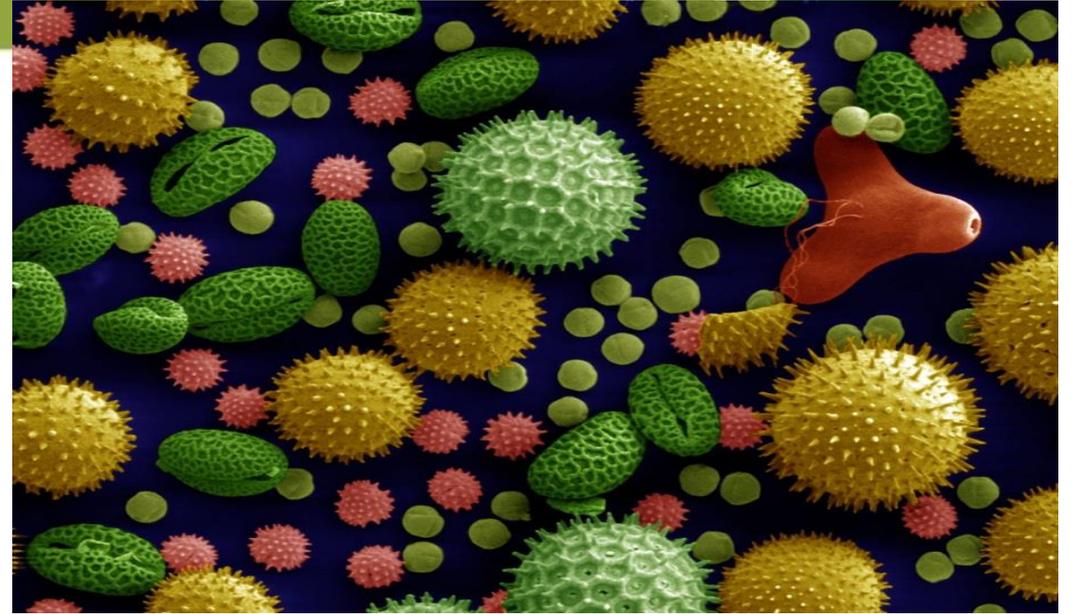
Sac pollinique avant méiose



Sac pollinique après gamétogénèse et maturation des grains de pollens



# Diversité de grains de pollen



# La gamétogénèse chez les Angiospermes

## Gamétogénèse femelle



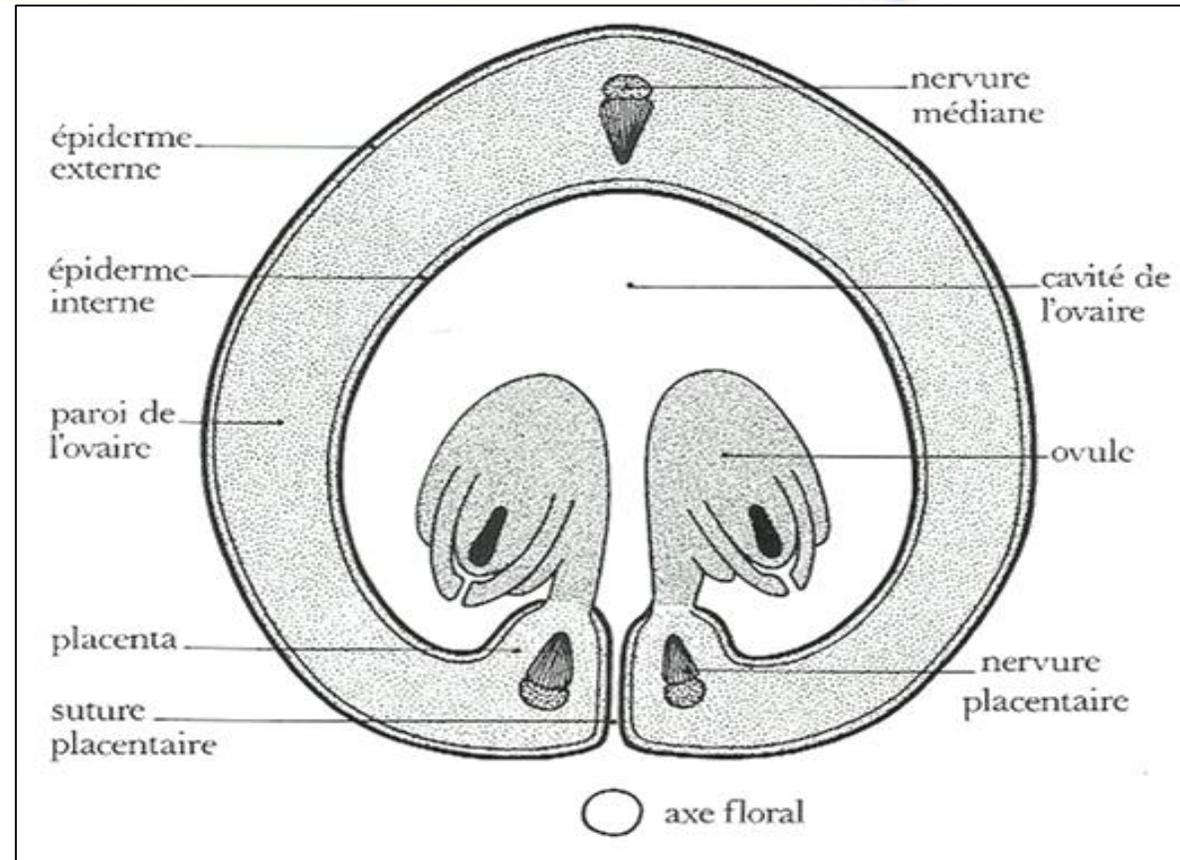
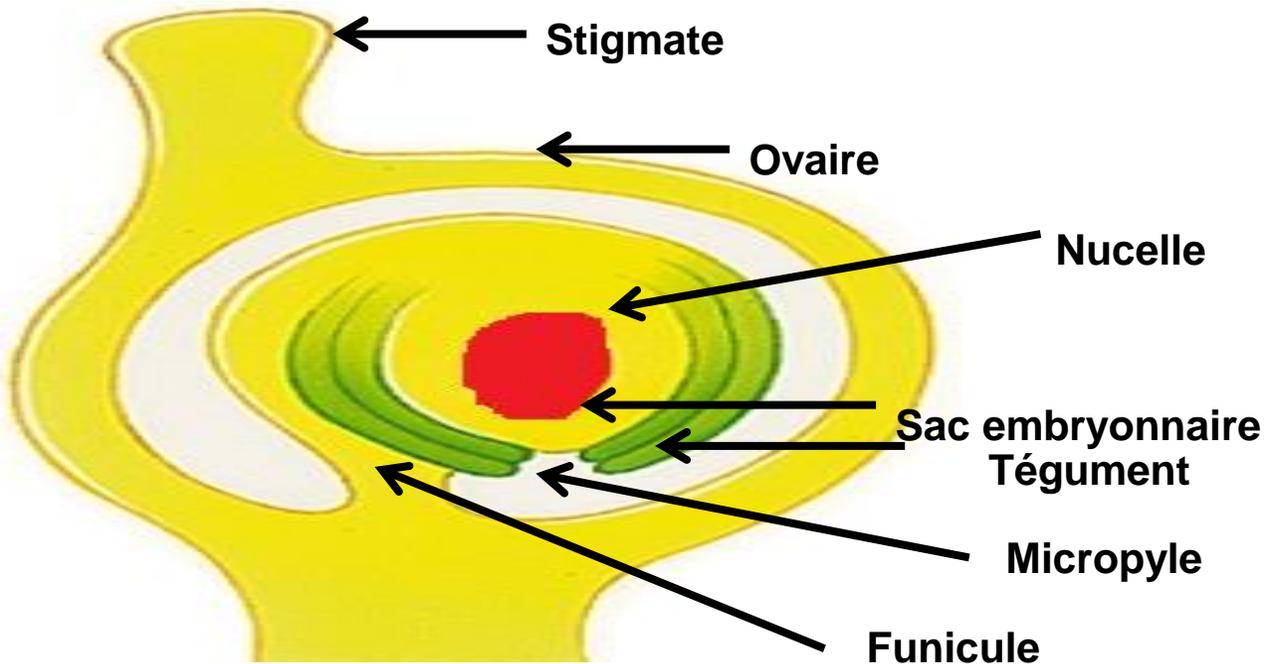
# La gamétogénèse femelle : La structure de l'ovaire



L'**ovaire** est constitué d'un ou plusieurs ovules qui sont attachés dans la cavité ovarienne par le placenta.

L'**ovule** est attaché au **placenta** par le **funicule** et le point d'attache du funicule sur le placenta se nomme le hile.

Le parenchyme de l'ovule c'est le **nucelle**, dans lequel se trouve le **sac embryonnaire**, Le nucelle est entouré de un ou deux **téguments**. Les téguments vont laisser une ouverture entre- eux, c'est le **micropyle**



# La gamétogénèse femelle : la formation du sac embryonnaire



Le gamétophyte femelle ( sac embryonnaire) se forme en deux phases :

## ❑ La macrosporogénèse :

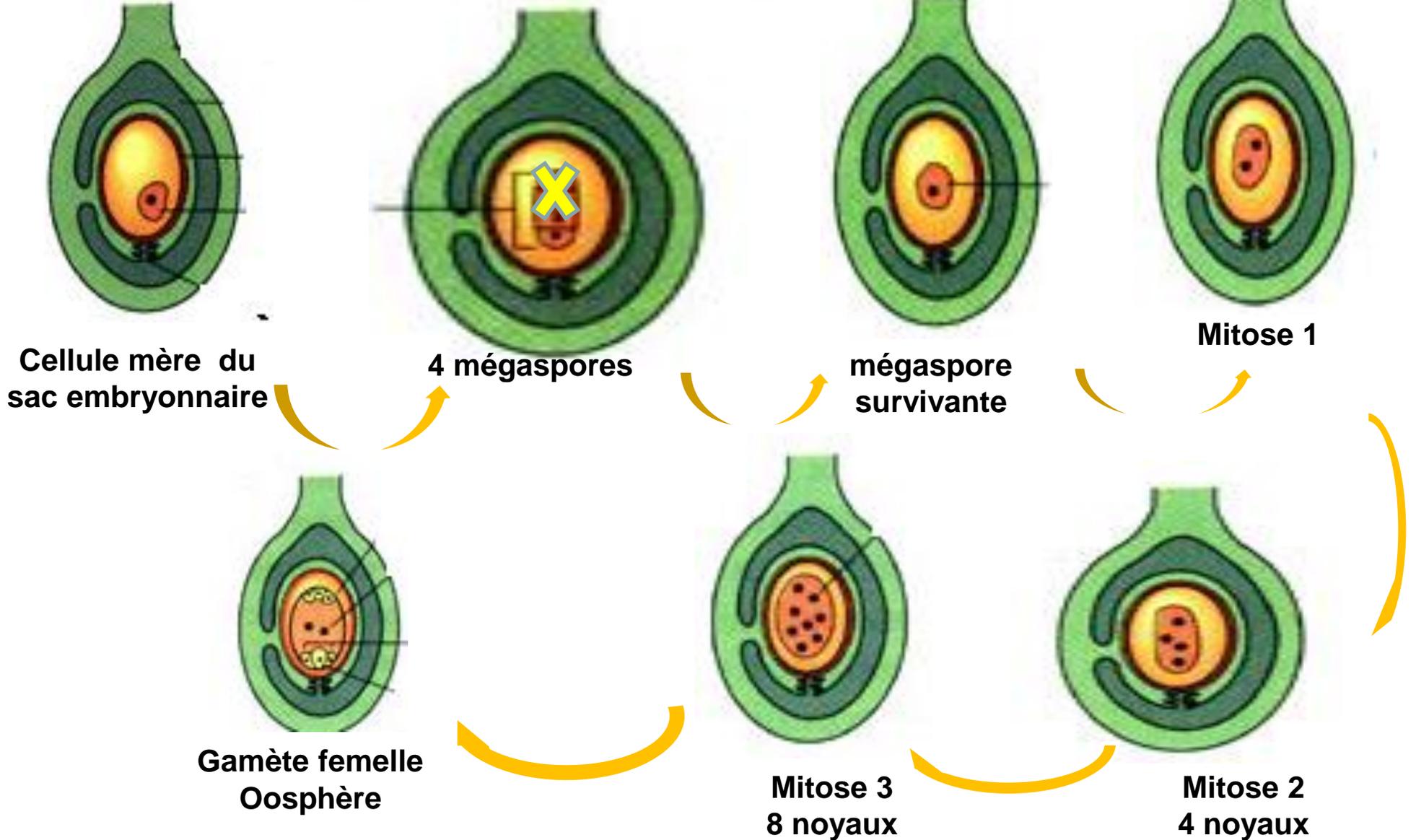
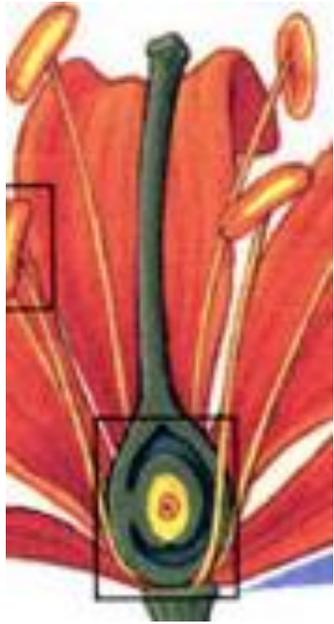
C'est la formation des macrospores dans les ovules. Les cellules mégasporogènes diploïdes subissent deux méioses et forme quatre mégaspores, trois de ces mégaspores dégénèrent la cellule qui reste va se développer considérablement au détriment des cellules du nucelle qui l'entoure.

## ❑ La macrogamétogénèse (formation du sac embryonnaire):

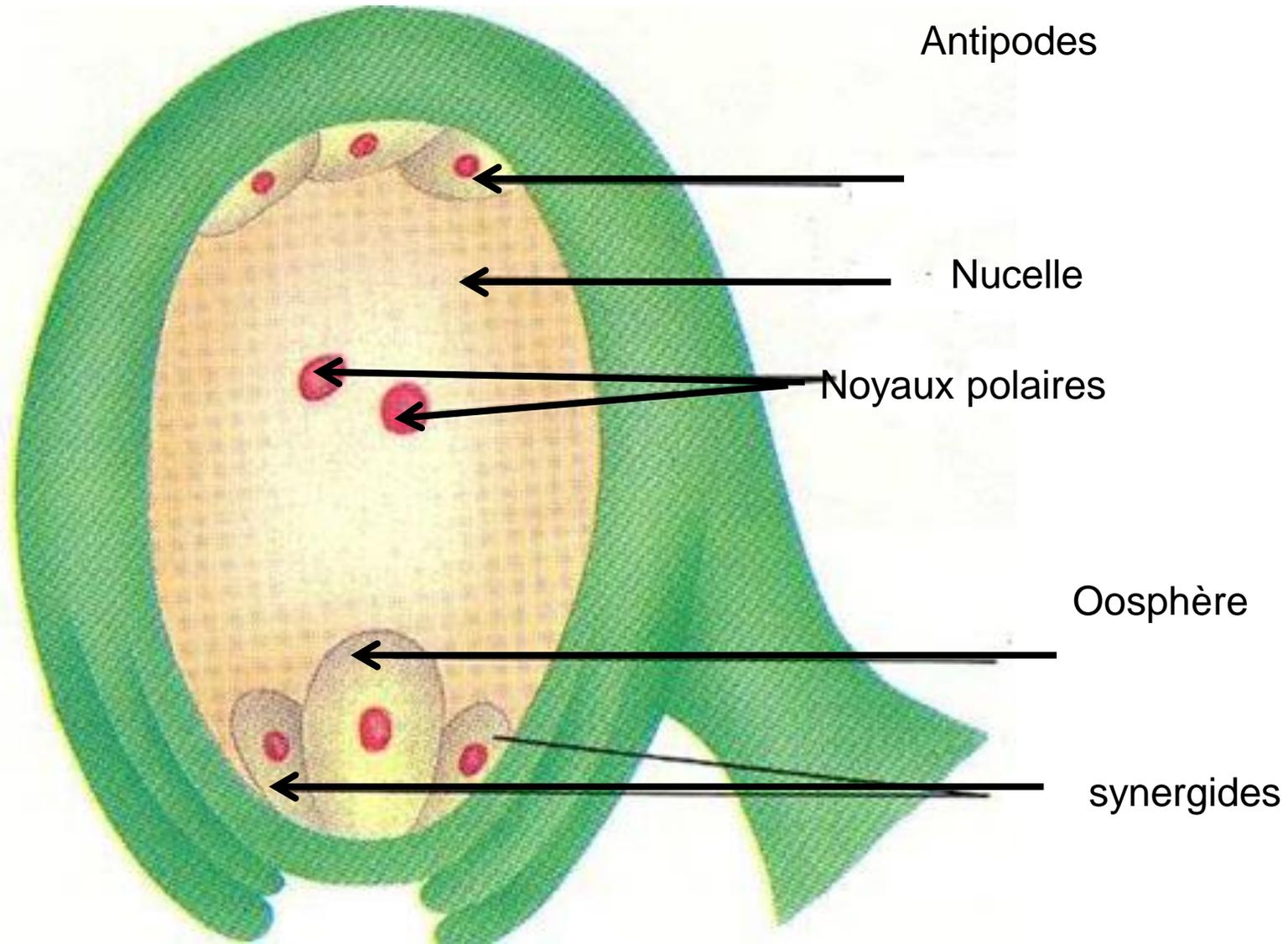
Elle correspond à la formation du sac embryonnaire à partir de la macrospore fertile. Le noyau de la macrospore subit trois mitoses successives de façon à former un sac embryonnaire à 8 noyaux haploïdes réparties en 7 cellules. Ces cellules se répartissent de cette façon :

- Trois cellules antipode : se trouve au pôle opposé.
- Une grande cellule centrale qui contient deux noyaux volumineux.
- Deux synergides qui encadrent l'oosphère le gamète femelle (cellule reproductrice) au pôle micropylaire.

# La gamétogénèse femelle : la formation du sac embryonnaire (mégagamétogénèse)



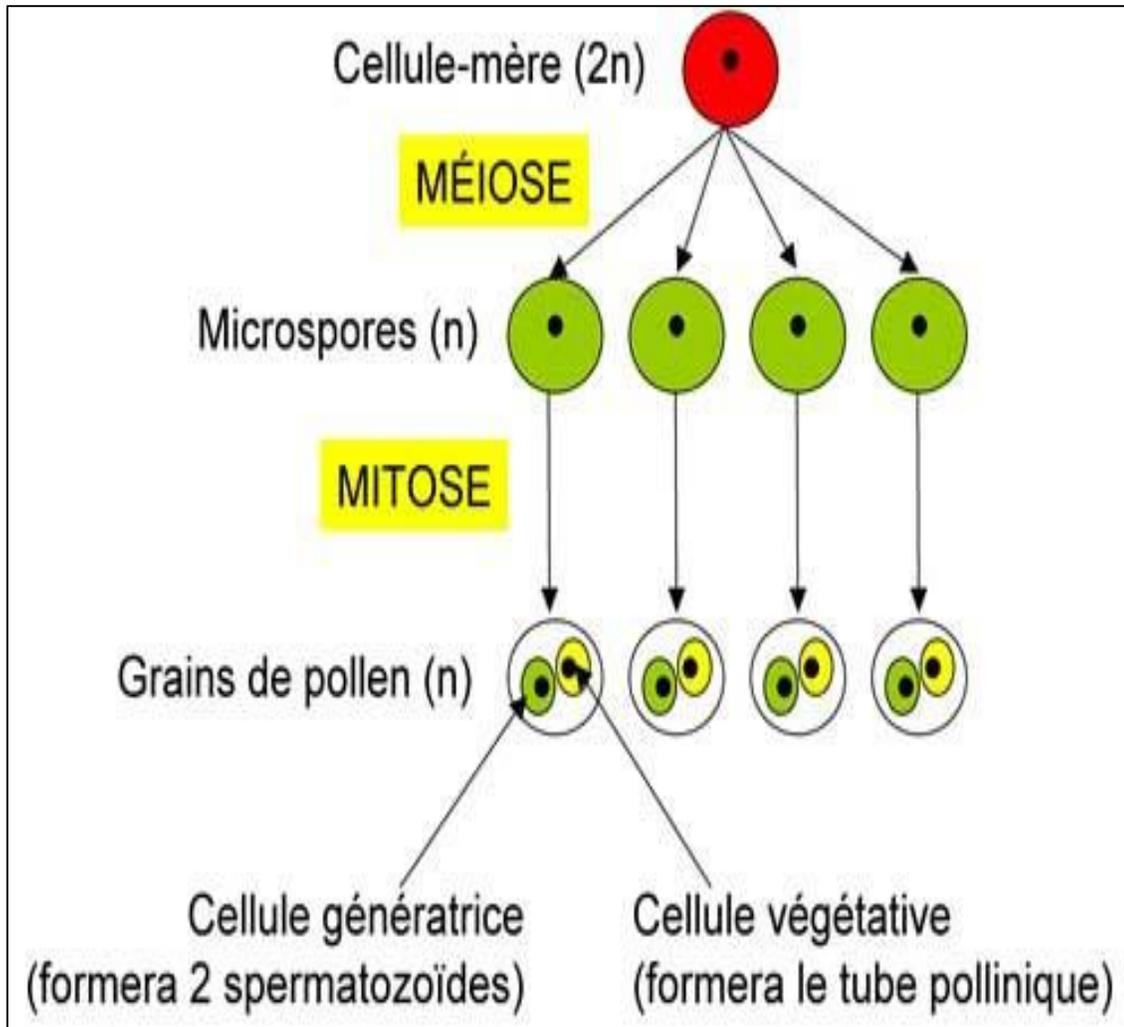
# Gamète femelle : Oosphère



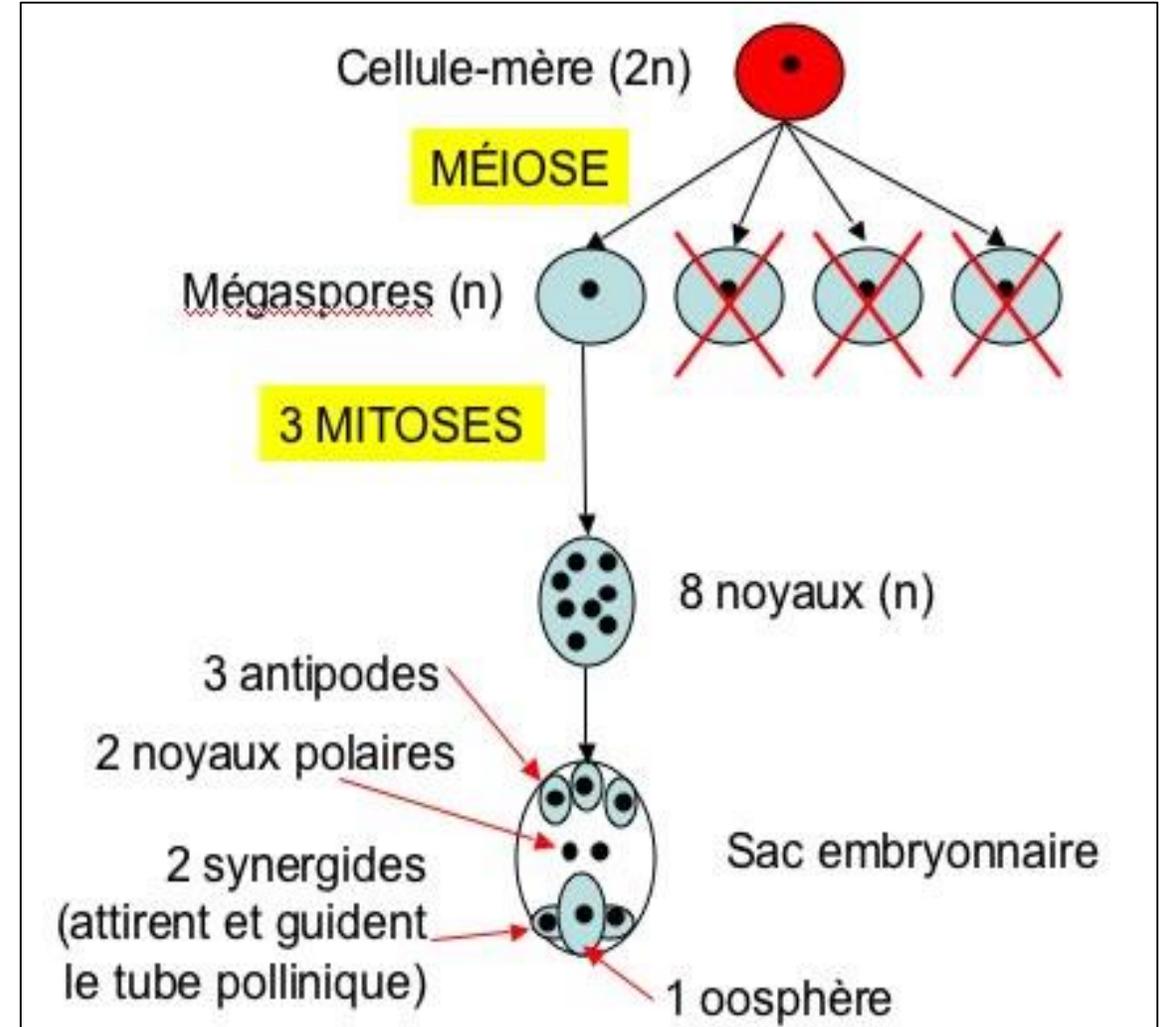
# Comparaison entre gamétogénèse mâle et femelle



## Microgamétogénèse



## Mégagamétogénèse



# La gamétogénèse chez les gymnospermes

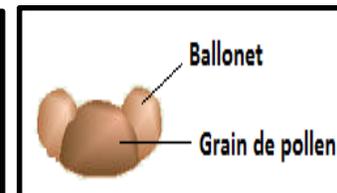
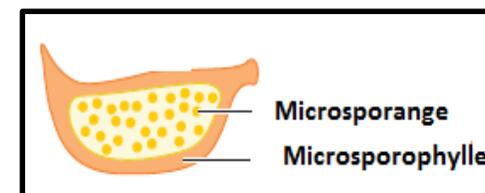
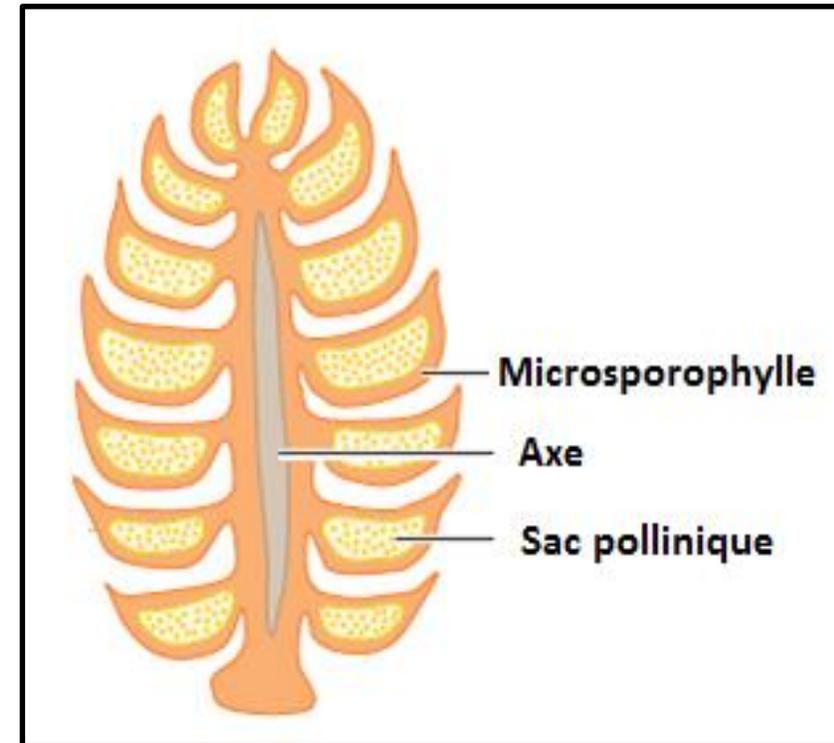
## lieu de formation des gamètes



Les gymnospermes sont caractérisées par un ovule et une graine non protégés. Chez les espèces de ce groupe la fleur est réduite en organes sexuels et est dépourvue de périanthe. Les organes sexuels sont regroupés en cônes unisexués soit mâle soit femelle qui peuvent être portés par le même individu (espèces monoïques) ou par deux individus différents (espèces dioïques).

### a. l'appareil reproducteur mâle (cône simple) :

Les organes reproducteurs mâles apparaissent au printemps à l'extrémité des jeunes rameaux de l'année sous la forme de petits cônes. Ces cônes sont constitués uniquement d'étamines (microsporophylles) insérées en spirale sur un petit axe court. Ils portent sur leur face inférieure deux sacs polliniques (ou microsporanges) où va se former les gamétophytes mâles ou grains de pollen. Ces grains de pollen sont anémophiles, ils sont disséminés par le vent, et c'est pour cette raison qu'ils sont munis de deux ballonnets ou sacs aérières



**Appareil reproducteur mâle**

# La gamétogénèse chez les gymnospermes

## lieu de formation des gamètes



### b. L'appareil reproducteur femelle (cônes composés ou ovulés) :

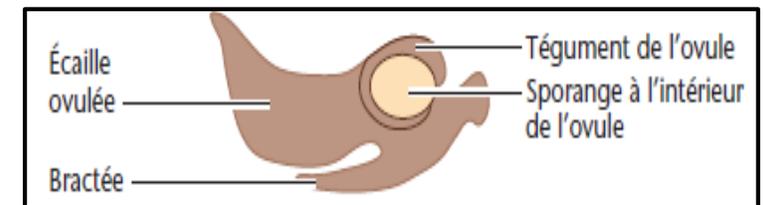
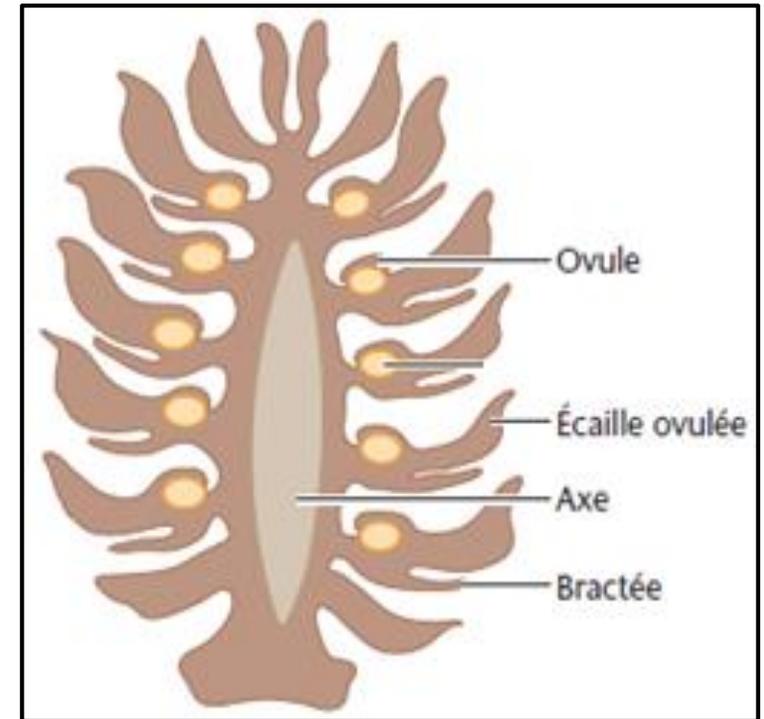
L'appareil reproducteur femelle est regroupé en cônes disposés à l'extrémité de certains rameaux de l'année. Ces cônes portent des écailles réduites et stériles appelées **bractées**, disposées en spirales, et qui portent des écailles fertiles appelées écailles **ovulifère** ou **feuille carpellaire (macrosporophylles)**. Chaque écaille ovulifère porte deux ovules. Les ovules sont nus sur la **feuille carpellaire**, directement accessibles au pollen

On distingue trois sortes de cônes femelles :

Le cône femelle de **1ère année** est le plus jeune de couleur rouge violacé de 1cm de long,

Le cône femelle de **2ème année** plus âgé de couleur verte de 6 à 7cm de long. Les cônes de 1ère et 2ème année sont impliqués dans la reproduction.

Le cône femelle de **3ème année** est un cône mûr de couleur brune, de taille importante.



**Appareil reproducteur femelle**

# La gamétogénèse chez les gymnospermes : la microgamétogénèse

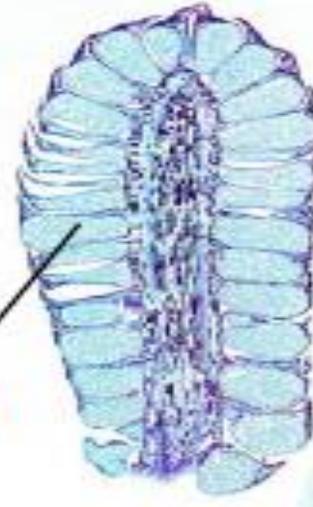


Des cônes mâles et femelles

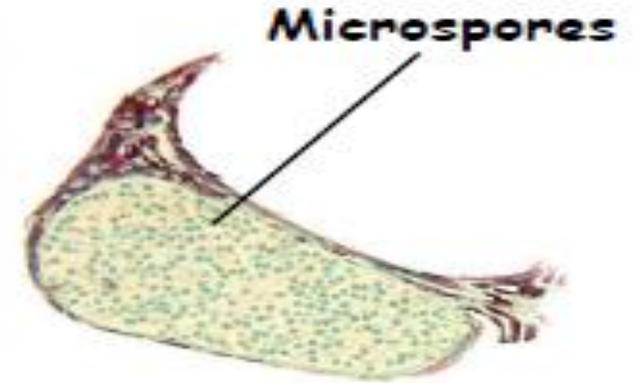


Cône mâle

Microsporophylle



Microsporangie (sacs polliniques)



Microspores

Microspores



Pollen

Cellule végétative (ou ventre)

2 cellules prothalliennes dégénérées

Exine

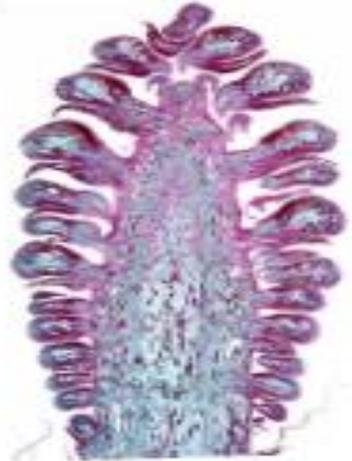
Cellule anthéridiale (gamétogène)



# La gamétogénèse chez les gymnospermes : la mégagamétogénèse

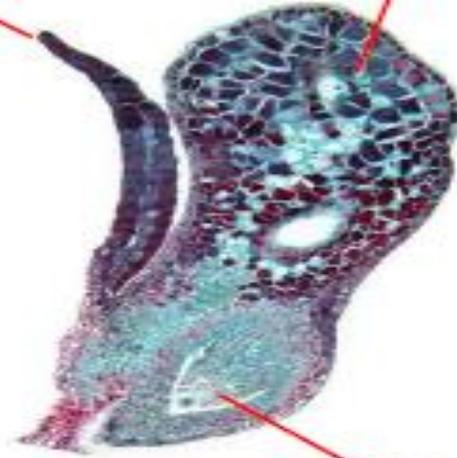


Cône femelle



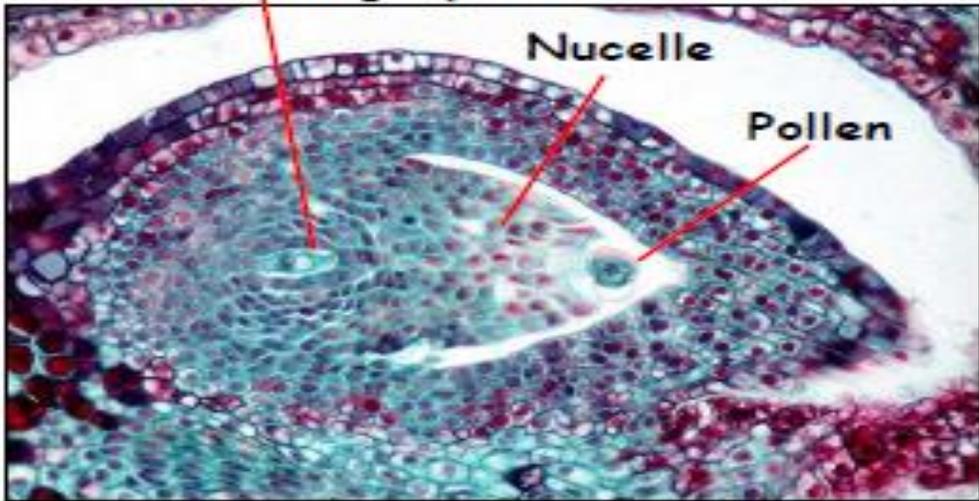
Bractée

Ecaille ovulifère



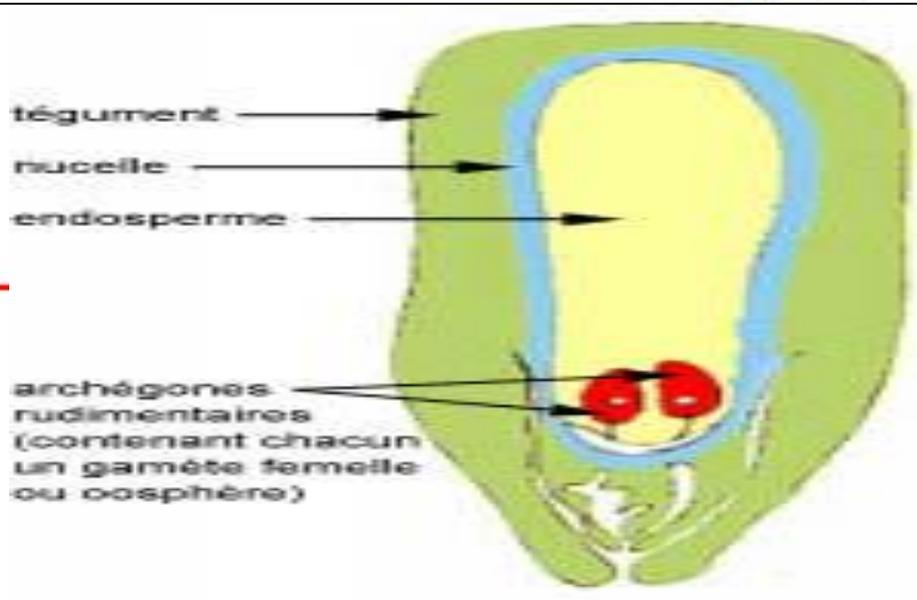
Ovule

♀ mère de mégaspore



Nucelle

Pollen



# La gamétogénèse chez les gymnospermes : la mégagamétogénèse



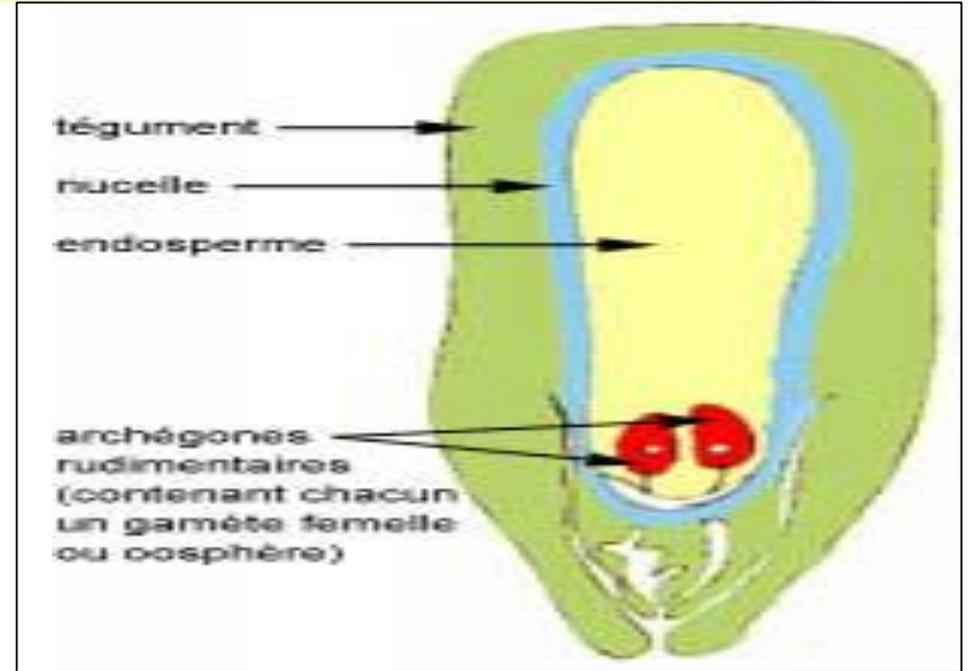
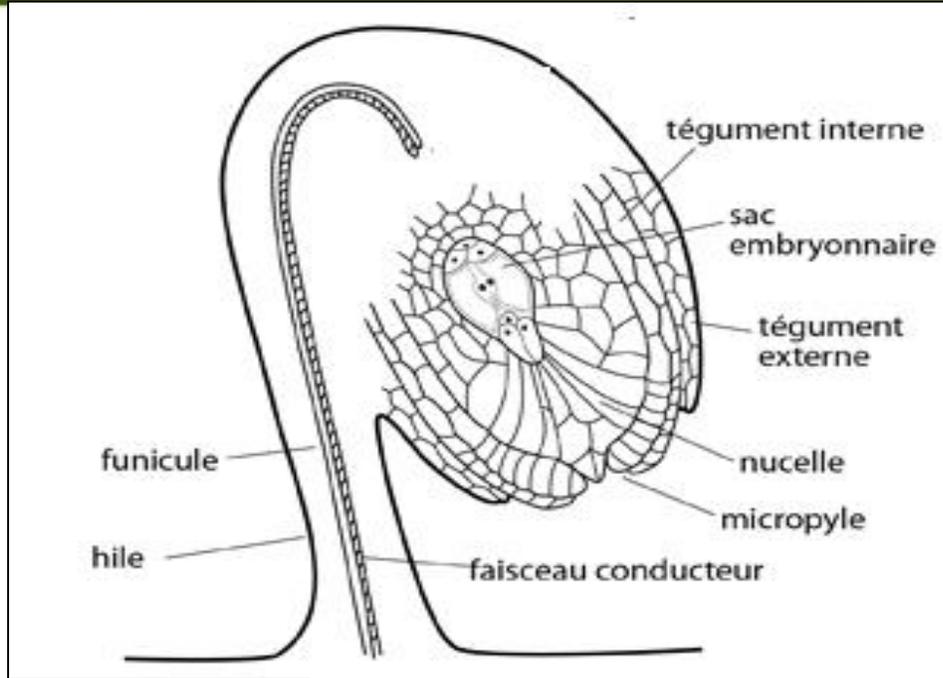
## ❑ Gamétogénèse mâle :

Les étamines des gymnospermes, sont de petites écailles qui portent sur leur face inférieure deux sacs polliniques. A l'intérieur de ces sacs polliniques a lieu la méiose pour donner des microspores, qui se développent par mitose pour donner les gamétophytes mâles ou **grains de pollen**. Le grain de pollen mûr est constitué à l'intérieur de **l'intine**, et à l'extérieur, de **l'exine**. Chez certaines espèces, l'intine forme deux sacs qu'on appelle des ballonnets ce sont des sacs remplis d'air qui vont permettre un meilleur transport des grains de pollen .

## ❑ Gamétogénèse femelle :

Les ovules sont nus sur l'écaille ovulifère, ou feuille carpellaire, directement accessibles au pollen. L'ovule des gymnospermes est toujours entouré par un seul tégument protecteur. Ce tégument renferme le nucelle ou macrosporange dans lequel se forment après méiose la macrospore et qui se développe au sein de nucelle par mitose pour donner le gamétophyte femelle ou "**endosperme**". L'endosperme, bien que réduit à quelques centaines de cellules possède encore **deux archégonies** (organes sexuels pluricellulaires), qui se différencient au pôle apical ou pôle micropylaire. Une seule oosphère par ovule sera fécondée.

# Comparaison entre l'ovule des Angiospermes et des Gymnospermes

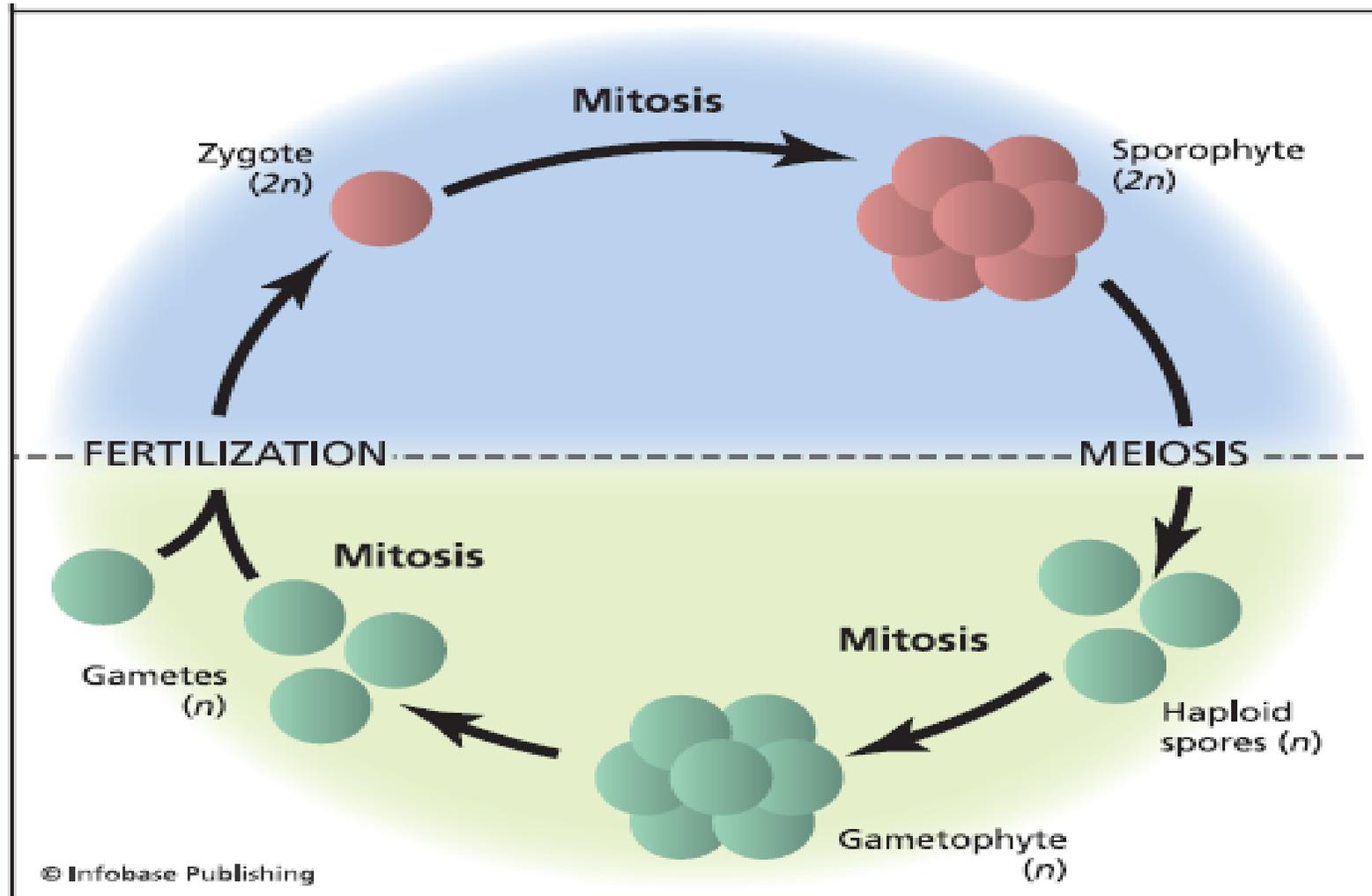


Angiospermes	Gymnospermes
Deux téguments	Un seul tégument
Présence d'une cavité ovarienne	Ovule nu
Cycle de développement court	Cycle de développement plus long
Gamétophyte femelle : sac embryonnaire avec 7cellueles	Gamétophyte femelle : endosperme avec deux archégonés

# Cycle de vie et alternance de phase



Un cycle digénétique (alternance des génération)





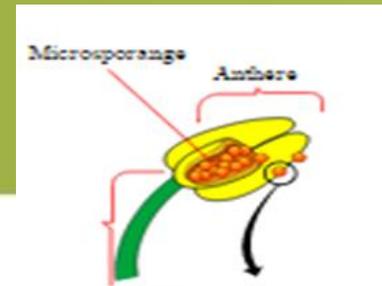
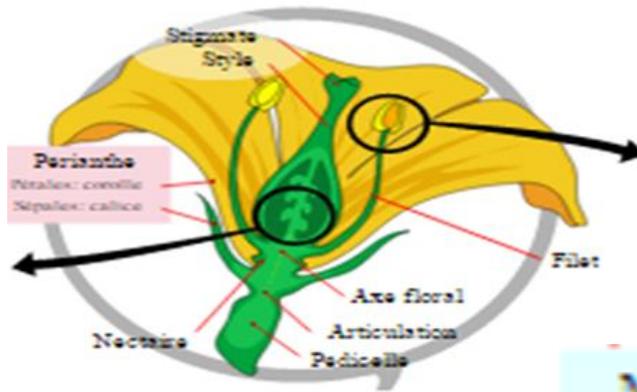
**CHAPITRE VI:  
LA FÉCONDATION ET LE CYCLE DE  
DÉVELOPPEMENT DES SPÉRMAPHYTES**

# Rappel



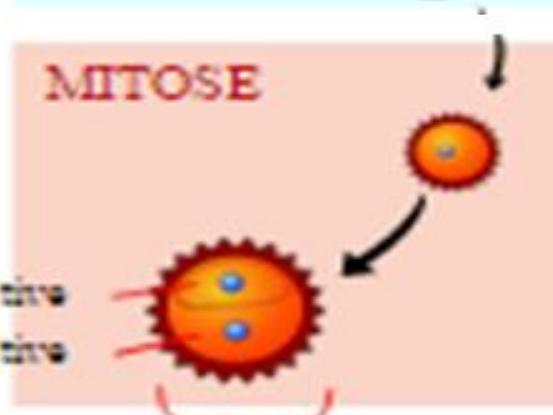
- La gamétogénèse : processus de la formation des gamètes male et femelle
- Deux phases : Sporogénèse et Gamétogénèse
- Formation des gamètes mâles anthéroïde à (n) et gamètes femelles Oosphère (n)

# Rappel



Gametophyte femelle  
(sac embryonnaire)

Sporogénèse



Microgametophyte

Gamétogénèse

# Objectifs

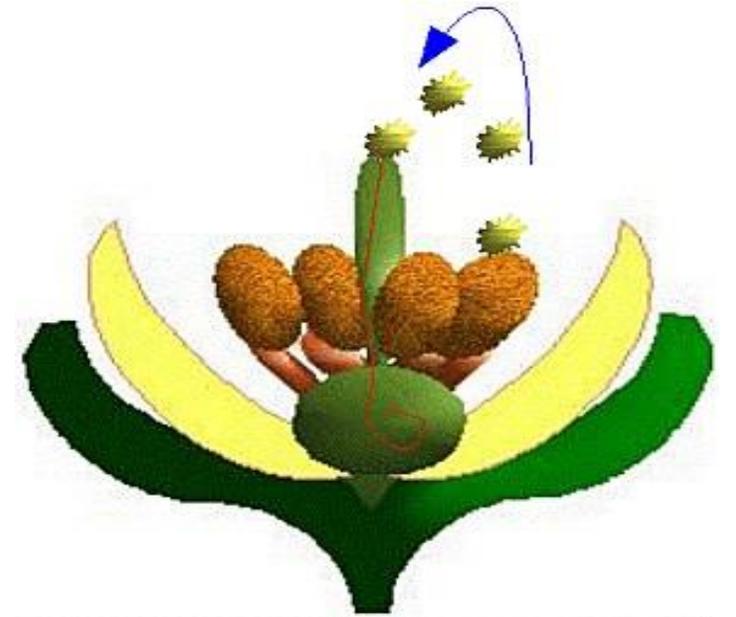


- Présenter les différents modes et agents de pollinisation
- Prendre connaissance des différentes étapes de la fécondation et la formation de la graine chez les angiospermes et les gymnospermes.
- Déduire le cycle de développement des spermaphytes

# Type de pollinisation



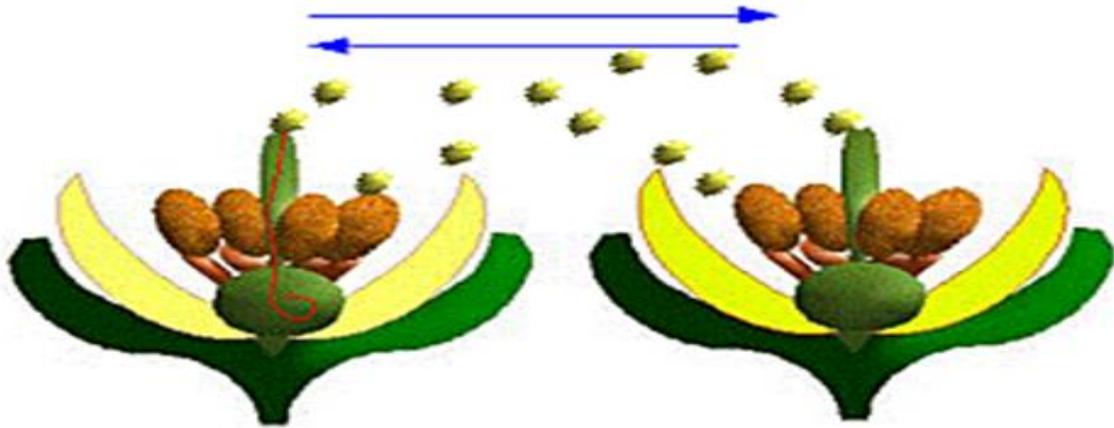
- La pollinisation : Est la première étape de la fécondation ➡ Transfert du pollen de l'étamine vers le stigmate.
- Les Angiospermes **hermaphrodites** : possibilité d'autofécondation autopollinisation.
- Une fleur possédant des organes des deux sexes.



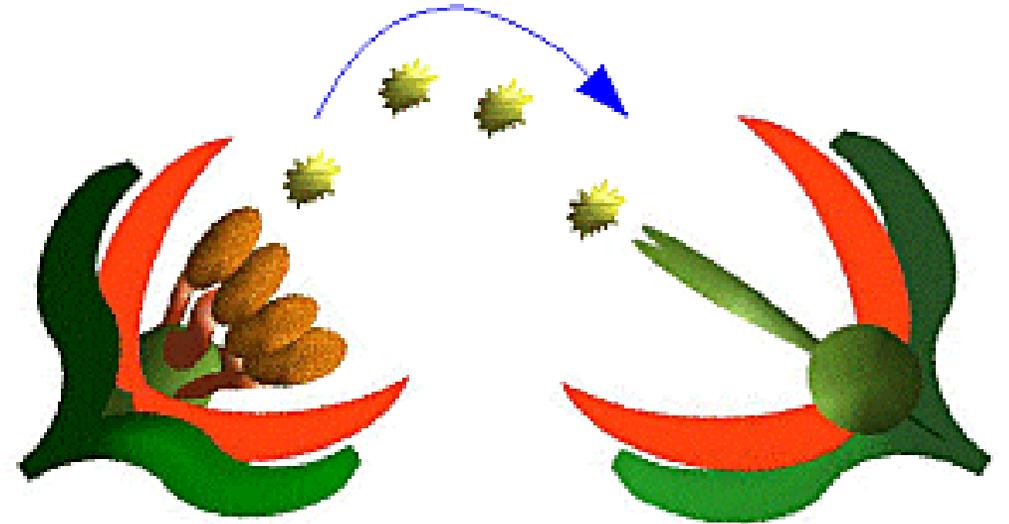
# Types de pollinisation



- La majorité des angiospermes et les gymnospermes ont une fécondation croisée.



les fleurs hermaphrodite mais ne s'autoféconde pas



les fleurs mâles et fleur femelle

# Agents de pollinisation



❑ **Agents abiotiques** : représente 18% des espèces .  
vent (anémogamie 98 %), eau (hydrogamie, très rare 2%)

❑ **Agents biotiques** :



**zoophile**



**Entomophile**



**Hydrophile**



**Anémophile**

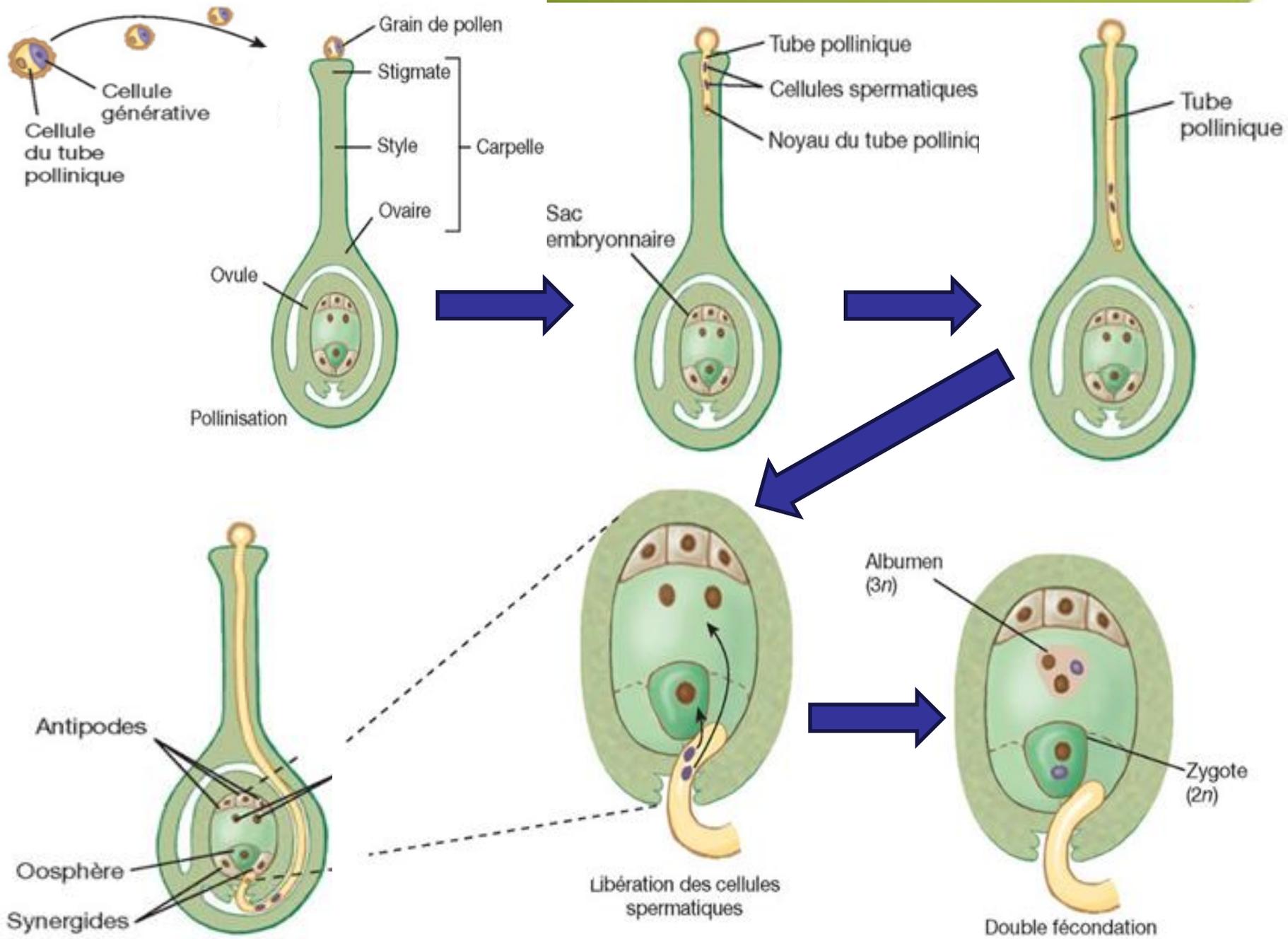
# La fécondation chez les angiospermes



La **fécondation** est l'union d'un gamète mâle (anthérozoïde chez les végétaux) avec un gamète femelle (oosphère chez les végétaux) pour donner un œuf, ou zygote.

## La fécondation chez les Angiospermes :

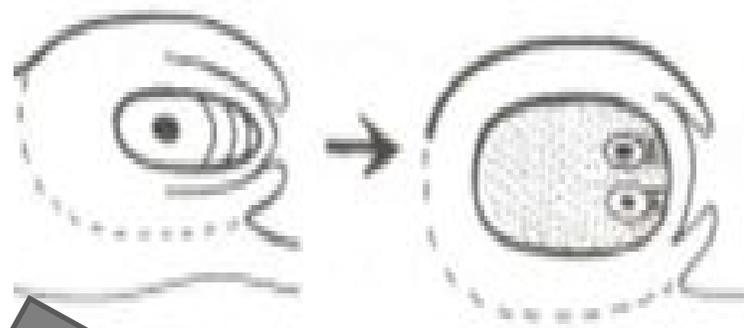
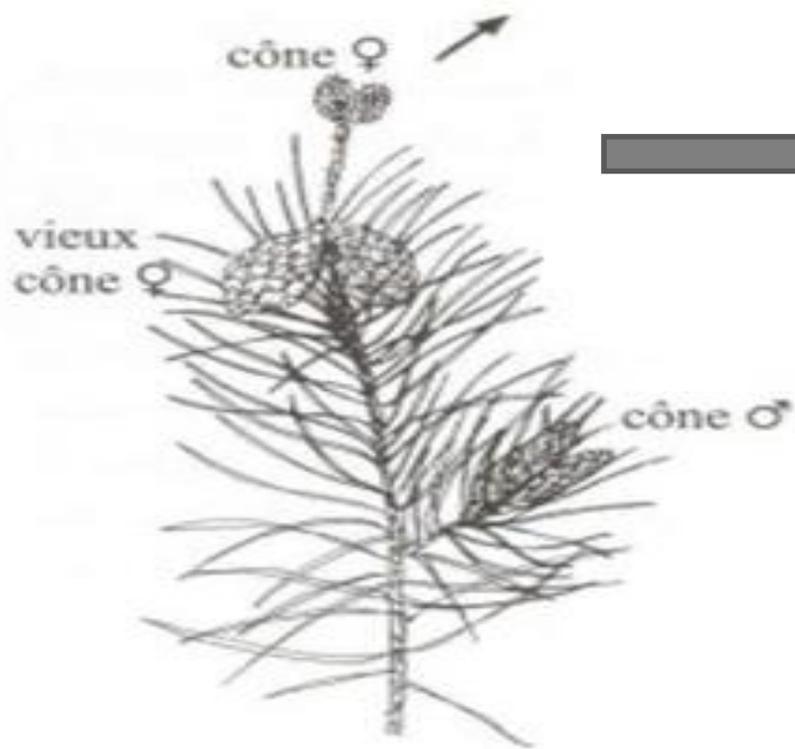
- Après pollinisation ; le pollen germe sur le stigmate et la cellule végétative forme le tube pollinique qui transporte deux noyaux ; il traverse le style et l'ovaire pour arriver à l'ovule.
- Le tube pollinique permet le transport de deux gamètes mâles jusqu'au niveau du sac embryonnaire, Il entre dans l'ovule par le micropyle, puis, il traverse le nucelle de l'ovule et parvient au sac embryonnaire.
- Le tube pollinique pénètre entre l'oosphère et une cellule synergide. Le noyau végétatif du grain de pollen dégénère à ce stade, l'extrémité du tube pollinique se déchire. Son contenu est notamment les deux gamétophytes mâles se libèrent dans le sac embryonnaire.
- Chez les angiospermes, le phénomène de fécondation est particulier car il consistera en une double fécondation.
- Un des noyaux gamète mâle **féconde l'oosphère** et forme un **zygote (2n)**, le **deuxième noyau gamète** mâle va s'unir **aux deux noyaux polaires** un **noyau triploïde (zygote accessoire à 3n)**. Cette cellule va subir de très nombreuses mitoses pour donner naissance un tissu de **réserve l'albumen** qui servira au développement de **l'embryon**



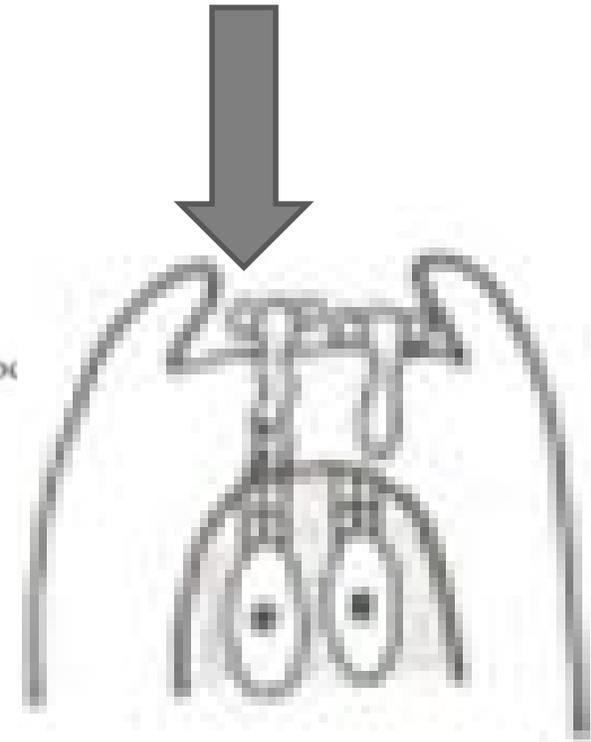
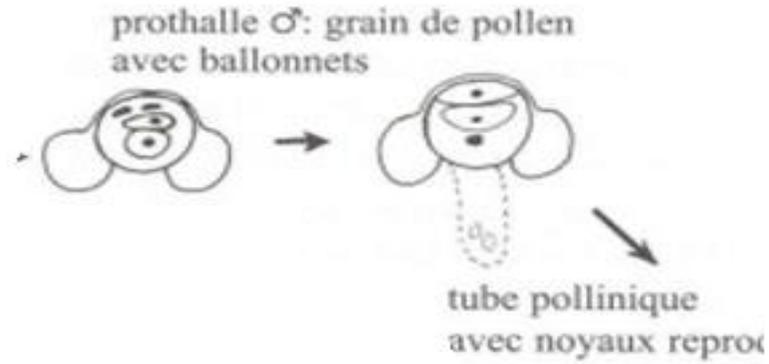
# Fécondation chez les gymnospermes



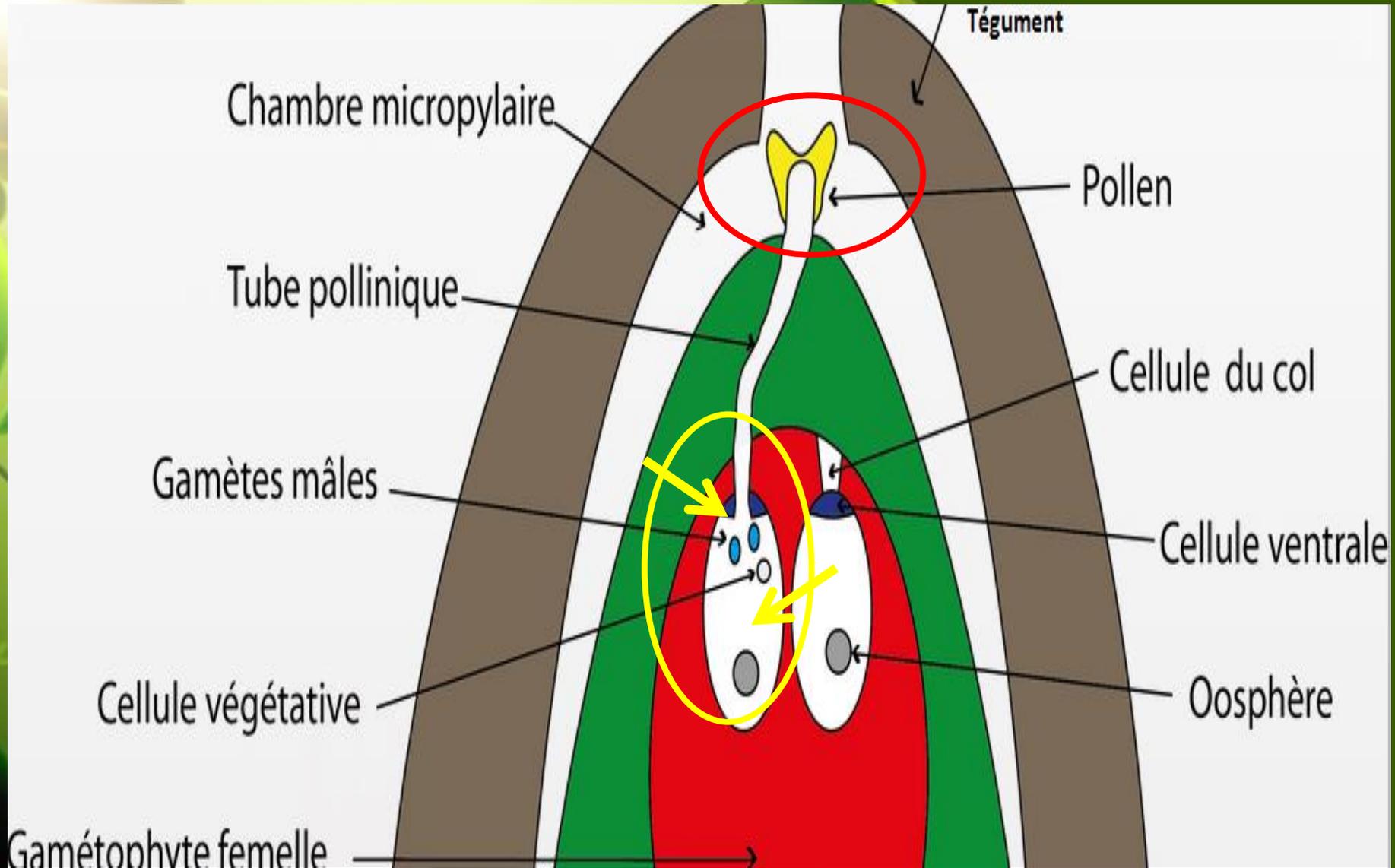
- ❑ Chez les gymnospermes le tube pollinique traverse le col de l'archégone sans pénétrer dans l'oosphère, libère le contenu de la cellule végétative, les deux spermatozoïdes (gamètes mâles).
- ❑ Le noyau d'un seul gamète mâle fusionne avec le noyau de l'oosphère pour former un zygote diploïde ( $2n$ ). L'autre gamète mâle et le contenu de la cellule végétative dégénèrent. Cette fécondation est dite « fécondation simple », car elle produit un seul zygote ( $2n$ )



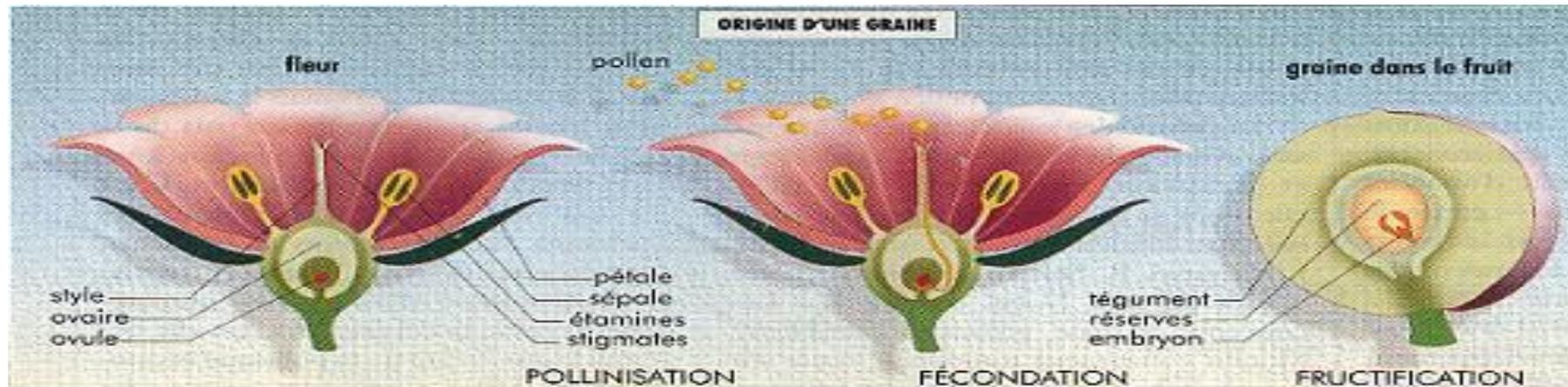
Mégagamétophyte  
=  
Endosperme  
Avec 2 archégon  
Et Oosphères



# Ovule de Gymnosperme (Pin) fécondé



# Formation de la graine



# Formation de la graine



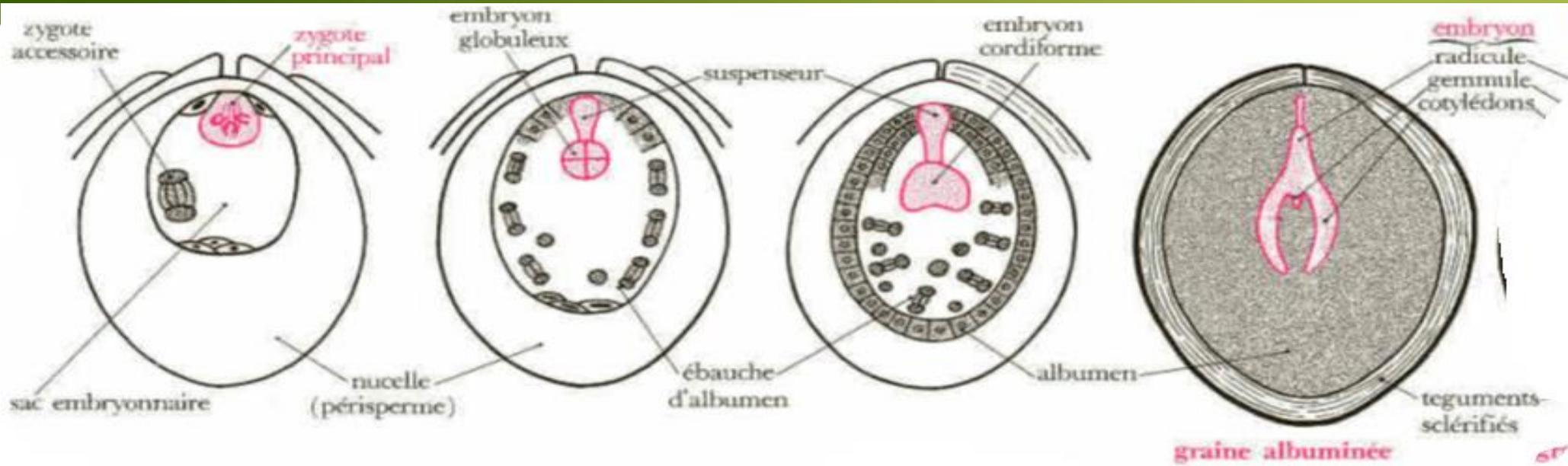
Après la fécondation, il y a formation d'un zygote qui se divise pour donner un embryon à l'intérieur de la graine. Elle est souvent contenue dans un fruit (angiospermes) ou nu (gymnospermes). Une graine est constituée de:

- ❑ **L'embryon:** Une fois fécondée, le zygote principal va subir une première mitose et donner deux cellules : une cellule basale située du côté du micropyle, donnant après division, une file de cellules qui constituent **le suspenseur** et une cellule terminale qui, en se divisant, donne un **embryon globuleux**. Cet embryon globuleux change de forme à mesure que ses organes se différencient (une radicule d'une tigelle (hypocotyle), une ou deux cotylédons).
- ❑ **L'albumen :** La cellule à noyau triploïde central se divise activement. Les cellules résultantes se chargent de réserves formant un tissu nourricier, l'albumen, autour de l'embryon. L'albumen peut servir de réserve pour le développement futur de l'embryon au cours de la germination ou consommer par l'embryon au cours de son développement.
- ❑ **Le tégument :** Le micropyle se ferme, Les téguments de l'ovule se transforment et donnent les téguments sclérifiés de la graine. Ces téguments jouent un rôle protecteur.

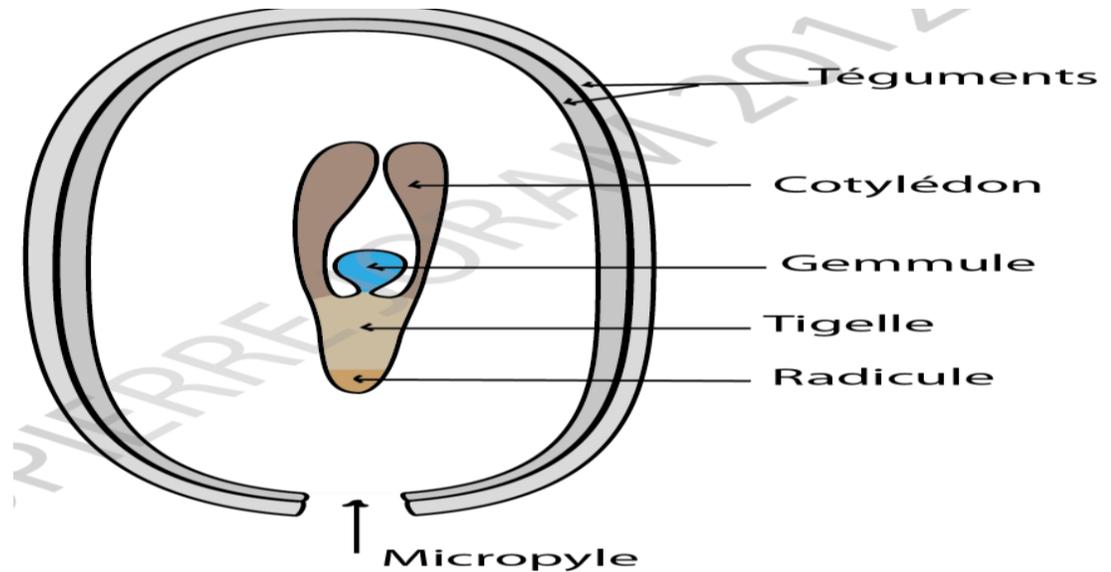
Chez les gymnospermes, la graine contient un embryon qui comprend une radicule, une tigelle et une gemmule (méristème apical) entourée par une couronne de cotylédons. L'embryon est entouré par une quantité variable de tissus nutritifs utilisés au cours de son développement, et par les téguments.

- ❑ **Maturation de la graine:** Pendant la maturation de la graine, il y a accumulation des réserves dans l'albumen et/ou dans les cotylédons. La maturation de la graine se termine par une déshydratation du cytoplasme. La déshydratation s'accompagne d'un très fort ralentissement de l'activité physiologique : la graine entre en vie ralentie. La graine peut rester dans cet état pendant des durées variables. Lorsque les conditions deviennent favorables, la graine germe. L'embryon est donc le point de départ d'un nouvel organisme

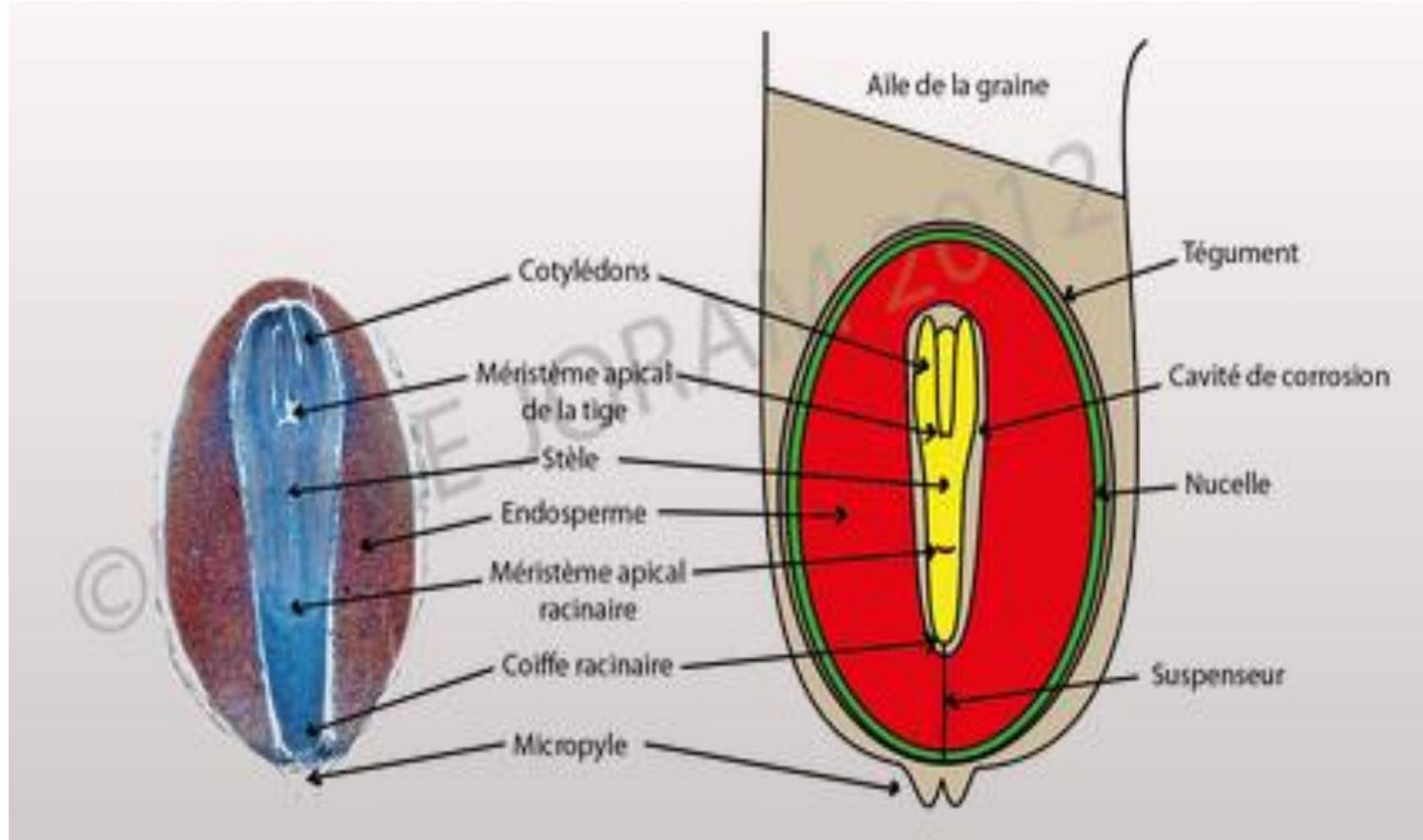
# Graine des Angiospermes



Embryogénèse et formation de la graine



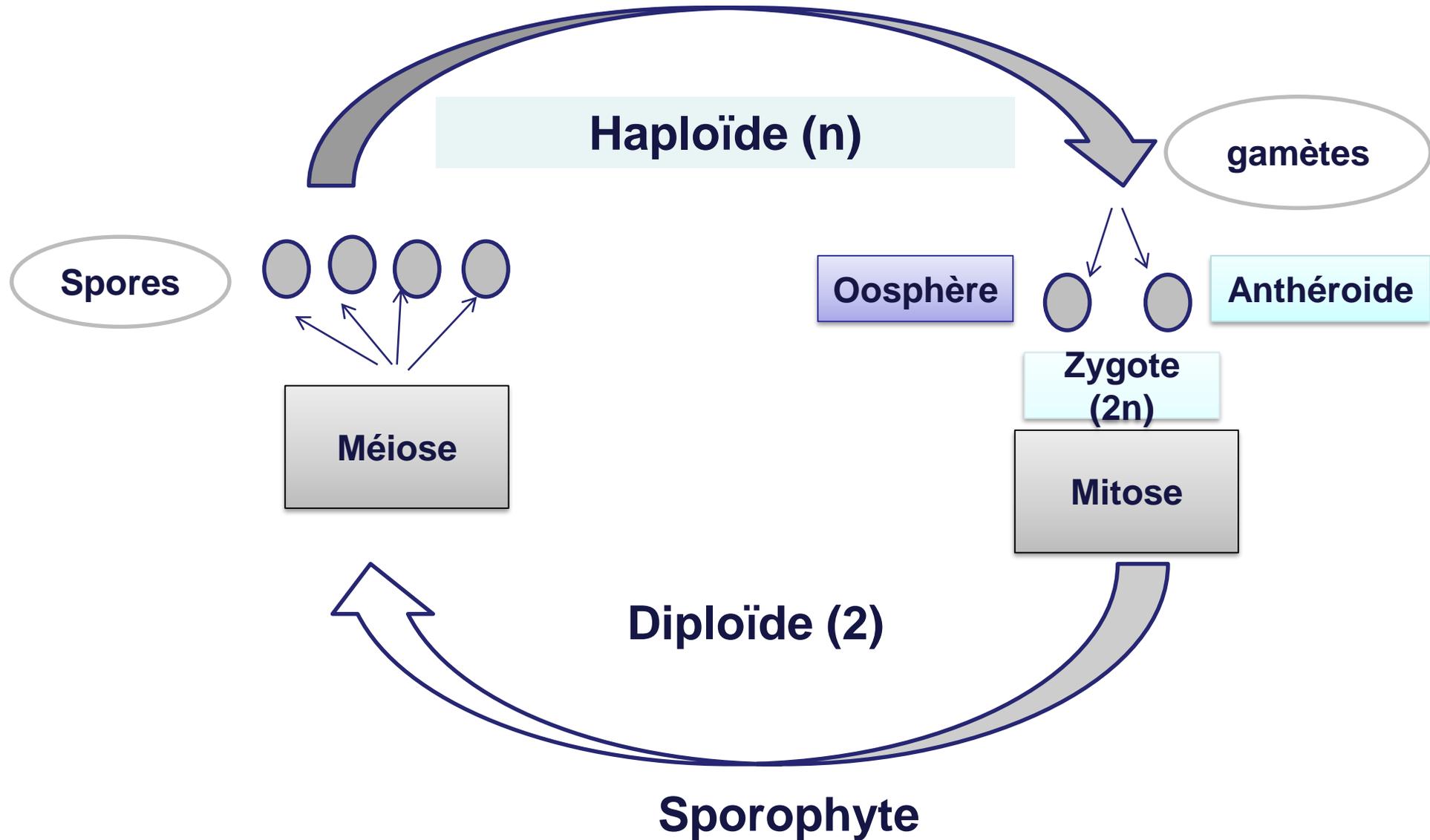
# Graine des Gymnospermes



# Cycle de développement des Spermaphytes



Gamétophyte



# Références bibliographiques



## Articles / livres

- **Patricia J. Rand (2001). *Plant Biology*. IDG Books Worldwide. P 242**
- **Rolland Douzet(2007). *Petit Lexique De Botanique A L'usage Du Débutant*. S.A. Joseph Fourier. p 42**
- **Gaceb-terrak Rabéa; Touam Dalila; Bouhired Louisa; Ouafi Saida; Abdelkrim Fatima; Lothmani Karima (2015). *Cours Biologie Végétale*. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene . P 52**
- **Jean-Claude Roland; Hayat El Maarouf-Bouteau; François Bouteau (2008) *Atlas Biologie Végétale (Organisation des plantes sans fleurs,algues et champignons)*; 7e édition. DUNOD. p 136.**
- **Jean-Claude Laberche (2010). *Biologie Végétale*. 3e édition DUNOD. P 305**

## Lien Internet

- [http://www.afd-ld.org/~fdp\\_bio/index.php?rub=principaux-phylums-vegetaux&pg=les-angiospermes&spg=a-morphologie-angiospermes](http://www.afd-ld.org/~fdp_bio/index.php?rub=principaux-phylums-vegetaux&pg=les-angiospermes&spg=a-morphologie-angiospermes)