

SV-G

# La reproduction des embryophytes et des animaux

Introduction

# Séance 1

# Reproduction : produire à nouveau



2 modes principaux : **sexuée** et **asexuée**

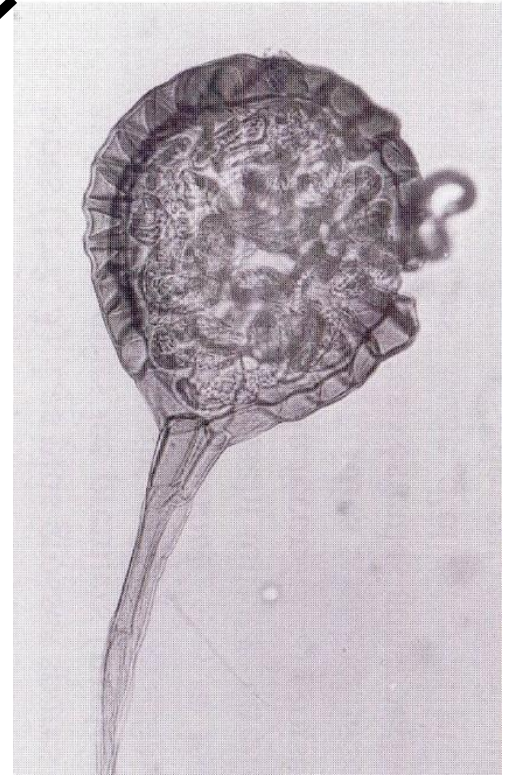
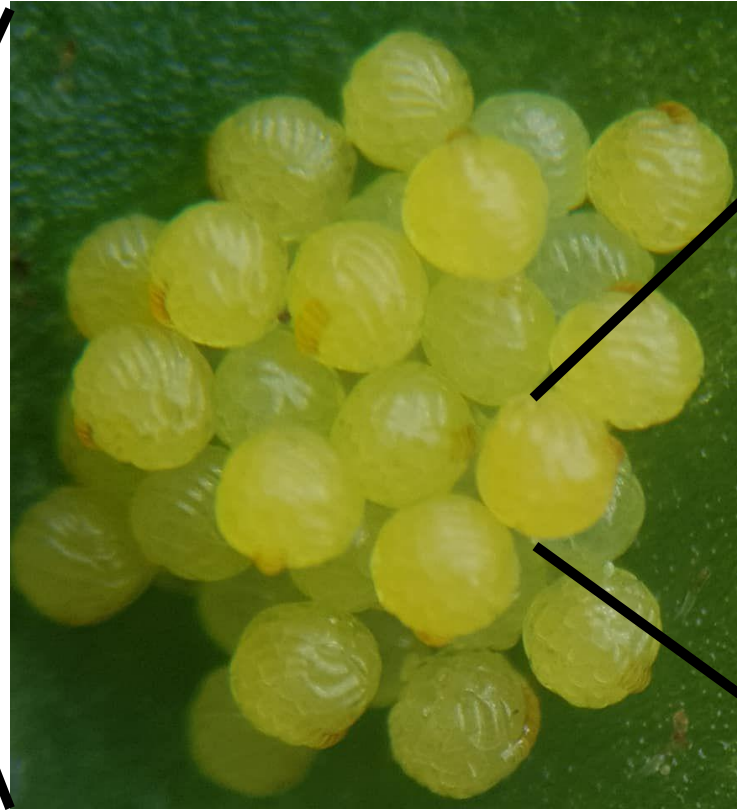


# SV-G-1.1. La reproduction sexuée chez les fougères : l'exemple du polypode.

## a. Pied feuillé diploïde et production des spores



Sur la face inférieure des feuilles : amas de sporanges



# Formation des sporanges

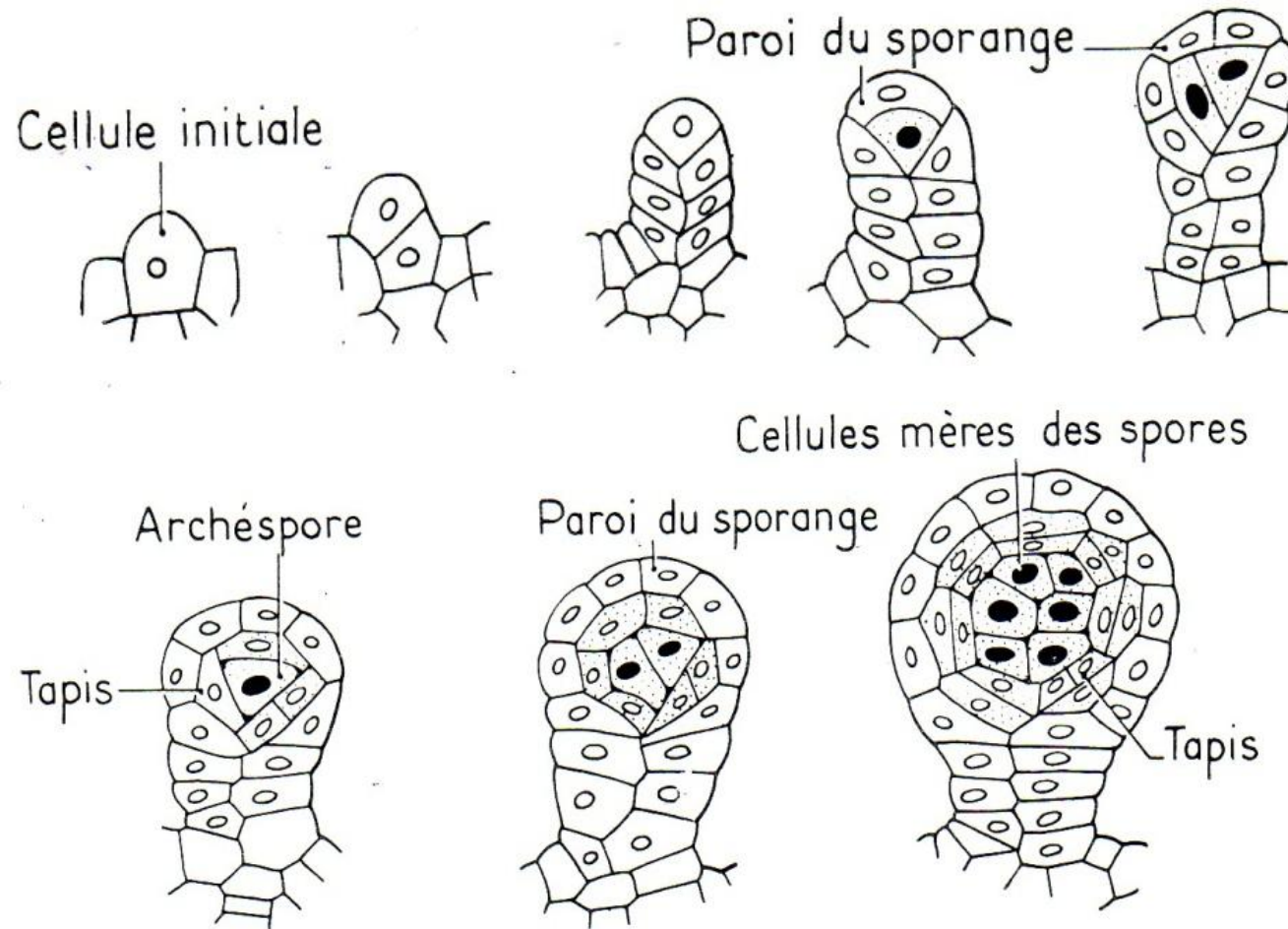
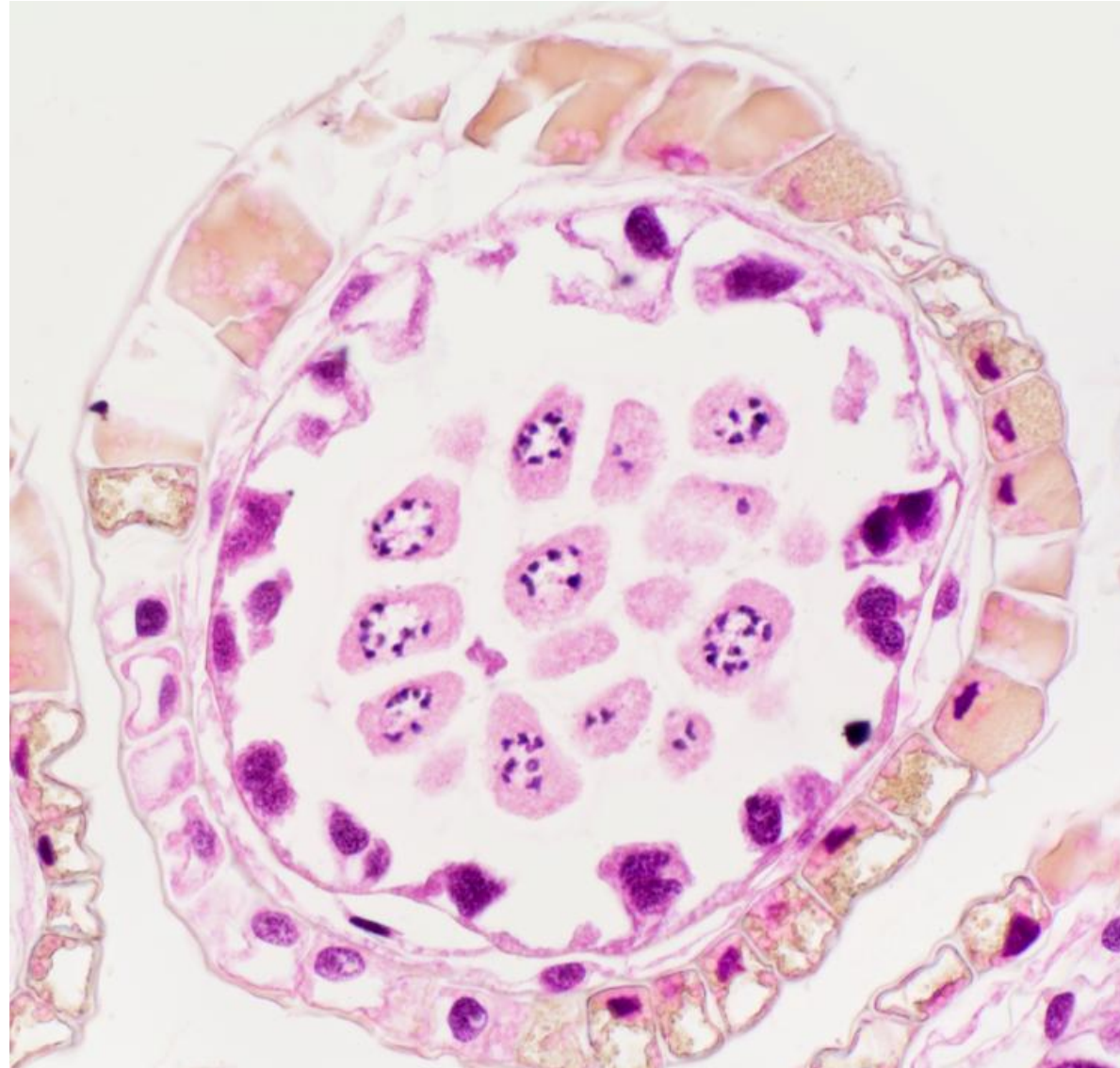


FIG. 35. — Les diverses étapes de la formation d'un sporange chez une Fougère (G  $\times$  325) (d'après SMITH).

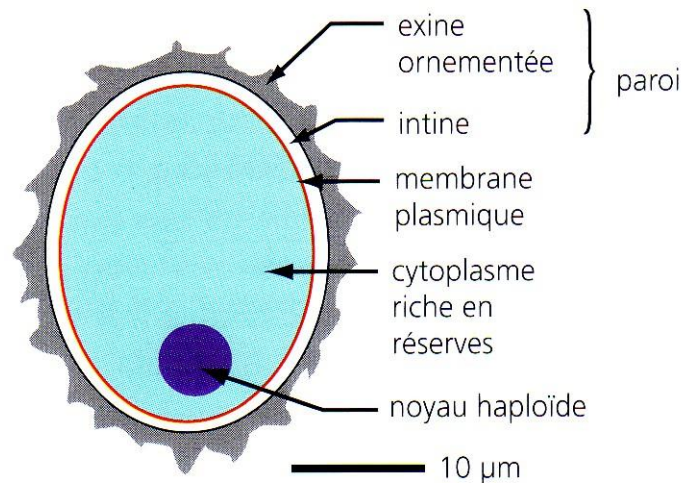
# Méiose et formation des spores

CT sporange

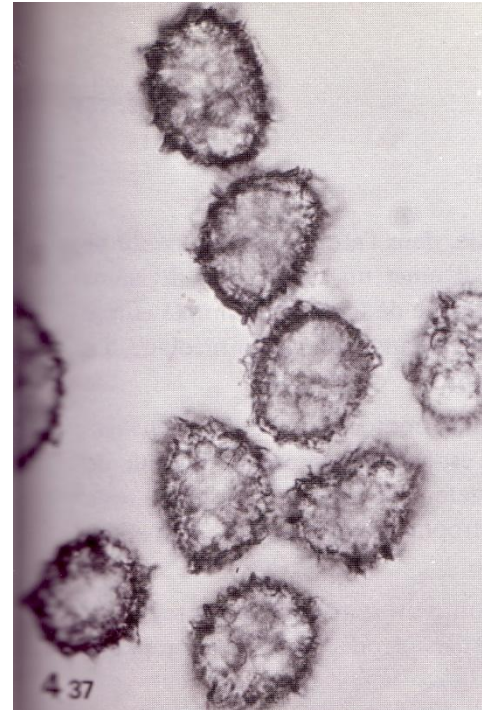


# La spore, cellule haploïde résultat de la méiose

- Cellule haploïde en vie ralentie, résultat de la méiose



**Figure 5-2 :** structure schématique d'une spore haploïde de *Polypodium vulgare*



# Bilan

Pied feuillé = sporophyte (individu)

Sporange = organe producteur de spores **par méiose**

Spore = cellule (ici haploïde, donc résultat d'une méiose) qui sera dispersée

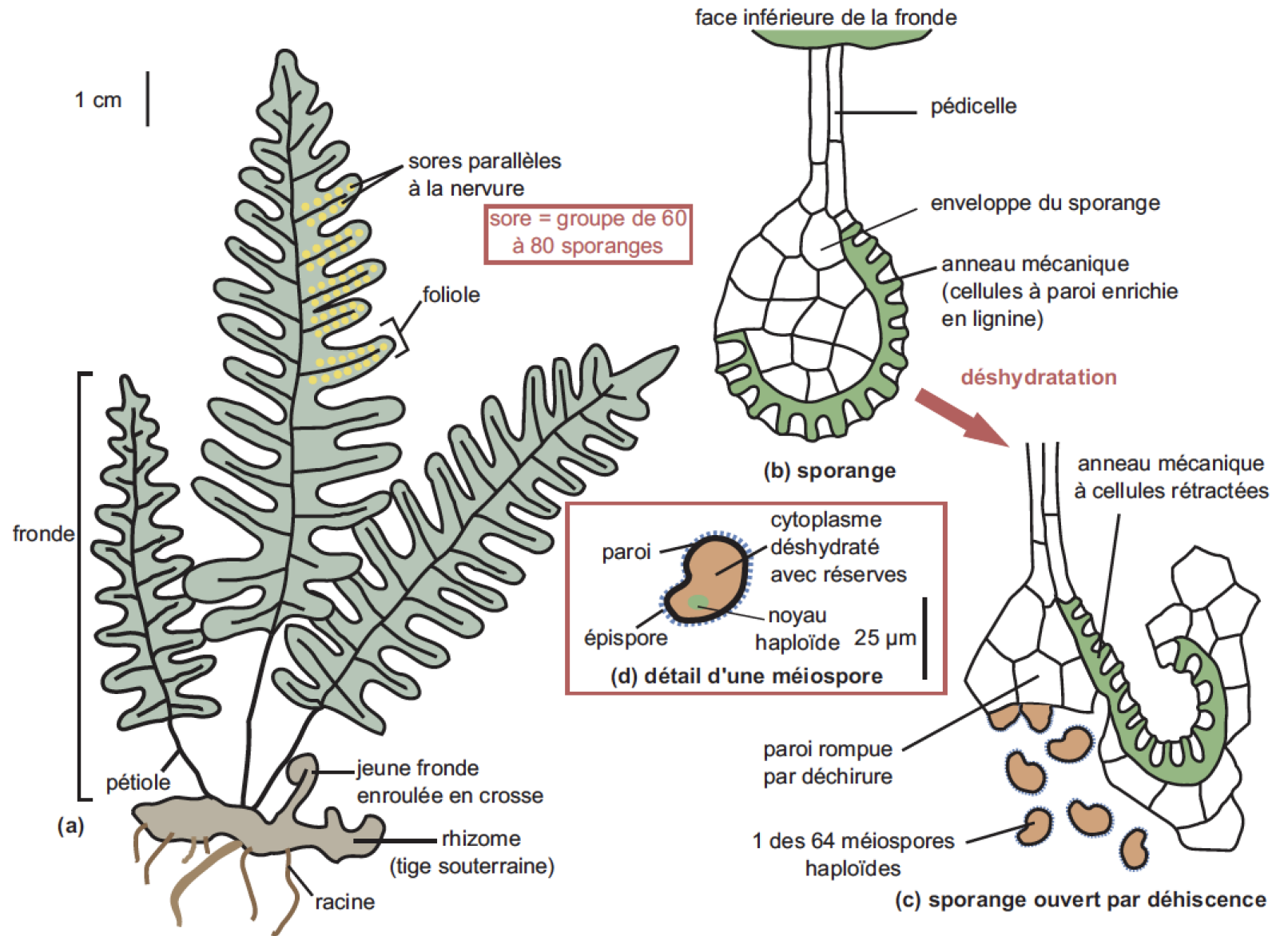
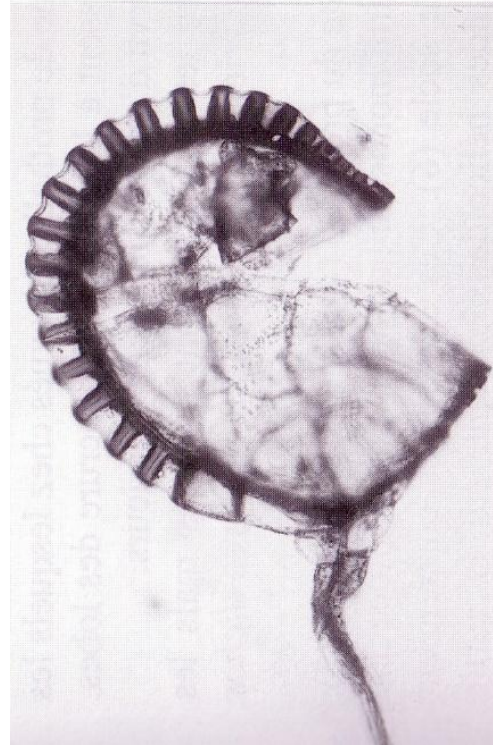


Figure 4.1 La formation des méiospores chez le polypode vulgaire.

(a) Plant de polypode (sporophyte) porteur des sporanges ; (b) un sporange fixé au limbe ; (c) déhiscence du sporange et libération des spores ; (d) détail d'une méiospore.

## b. Dispersion et germination de la spore

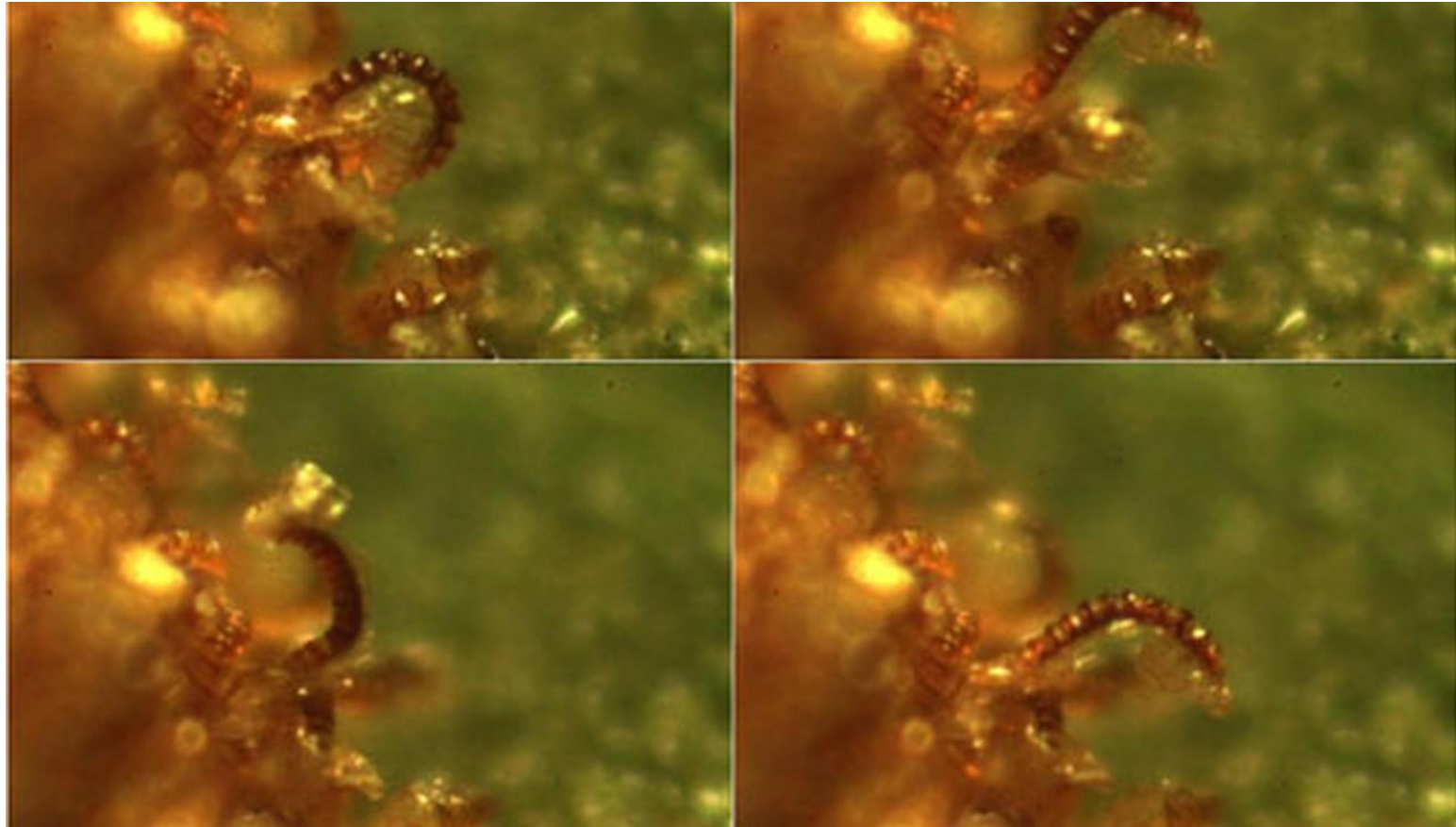
Ouverture du sporange grâce à l'anneau mécanique



# Dispersion des spores lié à l'ouverture du sporange

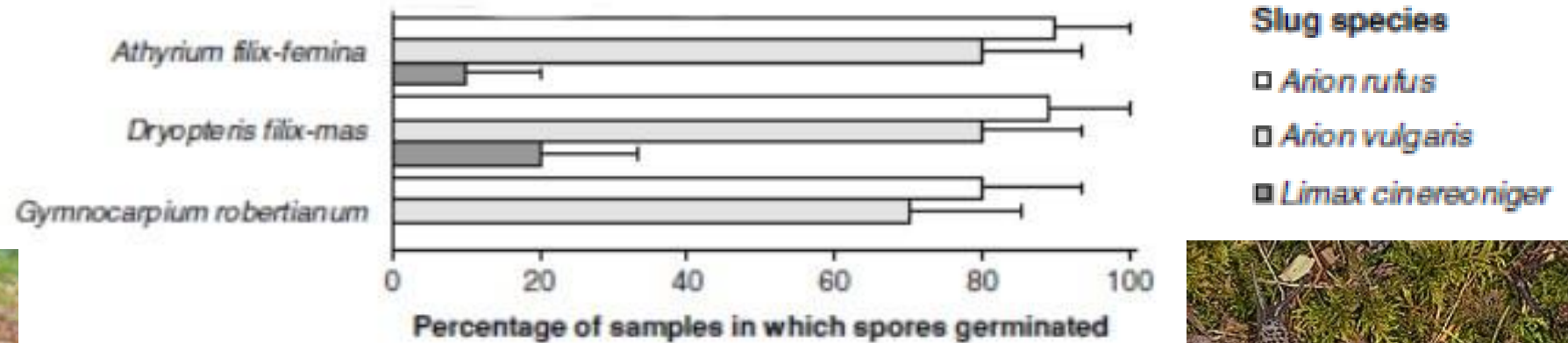
L'ouverture provoquée par l'anneau mécanique provoque la dispersion des spores

Projection  
des spores à  
 $10 \text{ m.s}^{-1}$  !



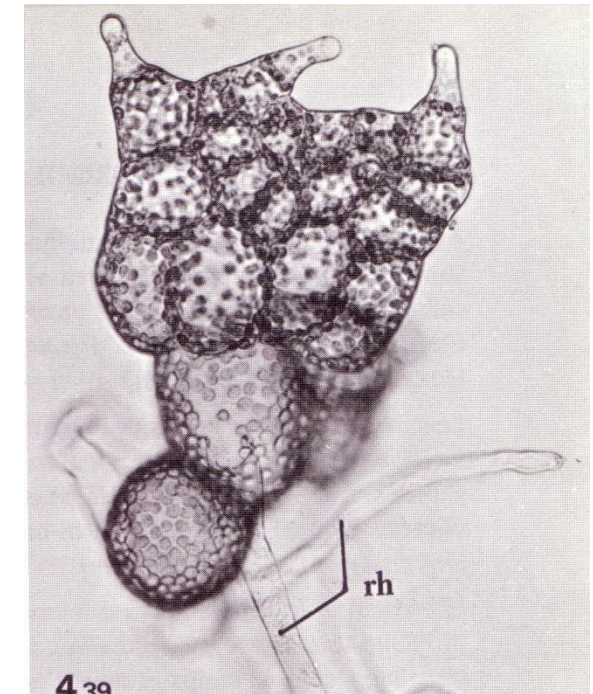
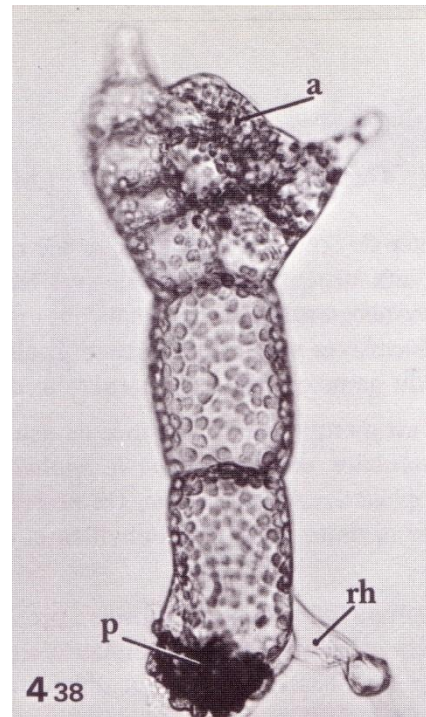
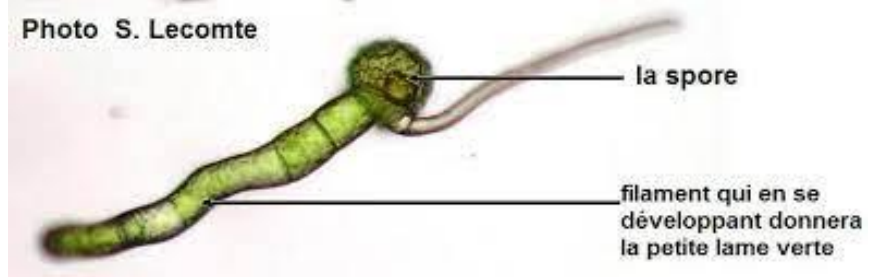
# Remarque : possibilité de zoochorie par des limaces

Surtout barochorie et anémochorie mais cela n'empêche pas aussi de la zoochorie : expérience ici montrant la dispersion par trois espèces de limaces (slug)

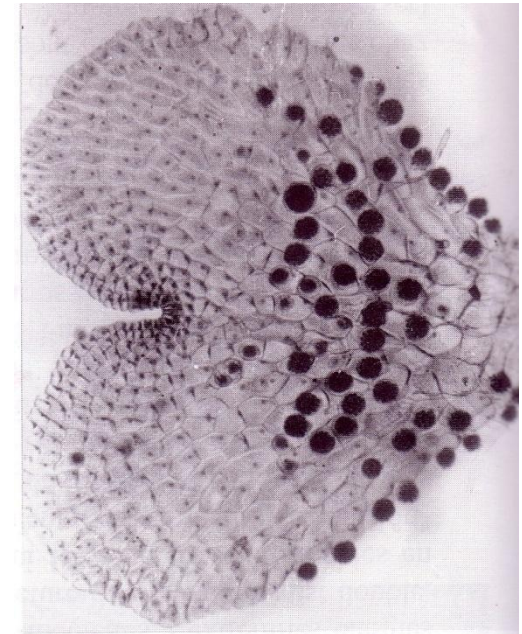
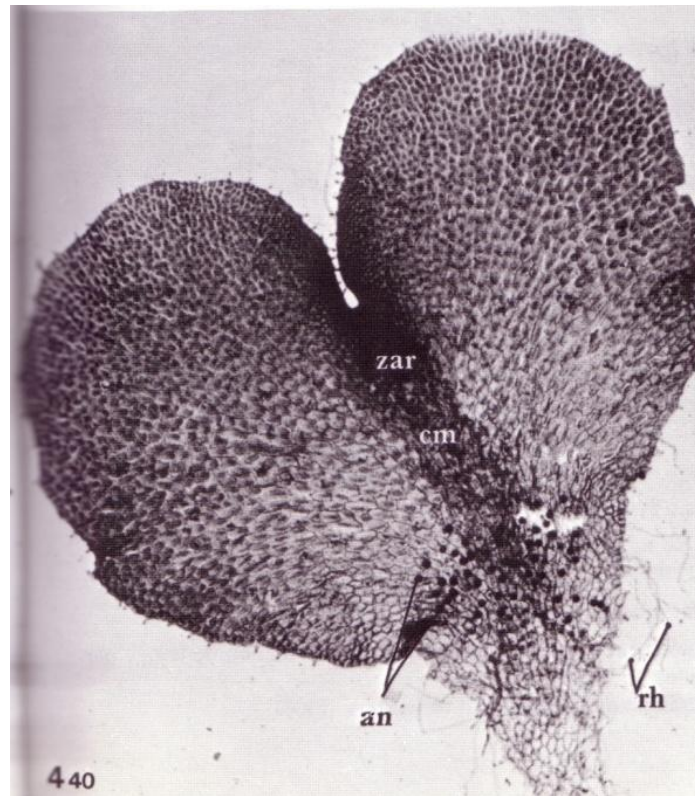


# Hydratation et germination de la spore

Construction d'un organisme haploïde par mitose = prothalle

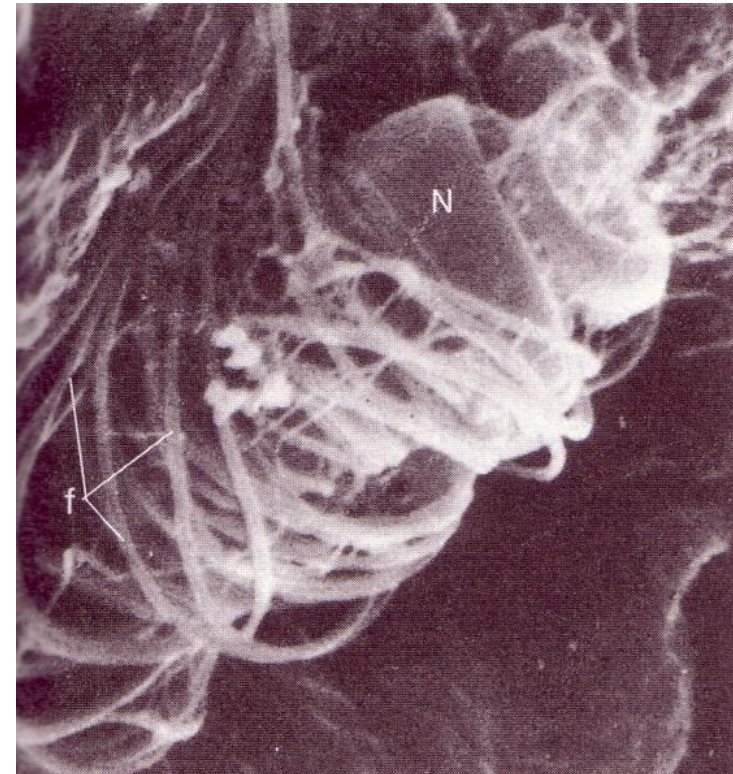
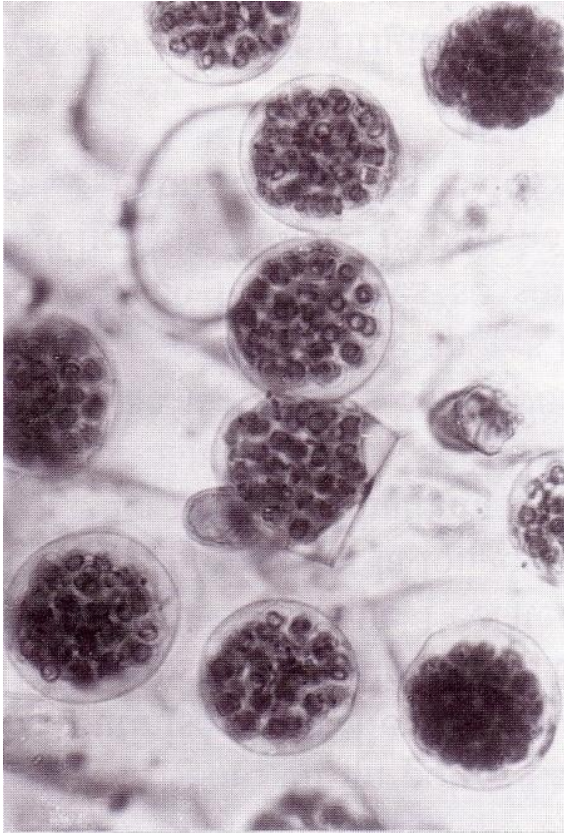


# Prothalle chlorophyllien d'un demi centimètre

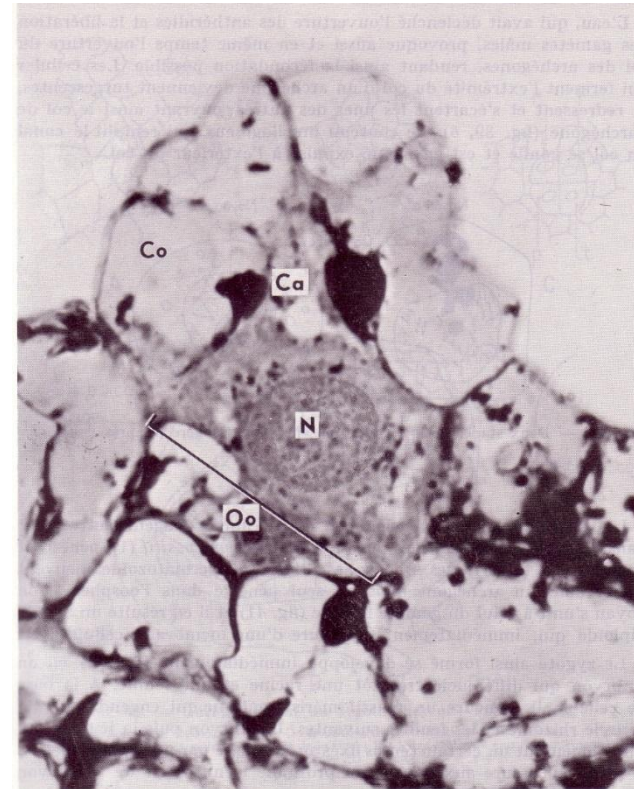


## c. Le prothalle porte les organes producteurs des gamètes

- Anthéridies = organes producteurs des gamètes mâles qui libèrent des spermatozoïdes nageurs



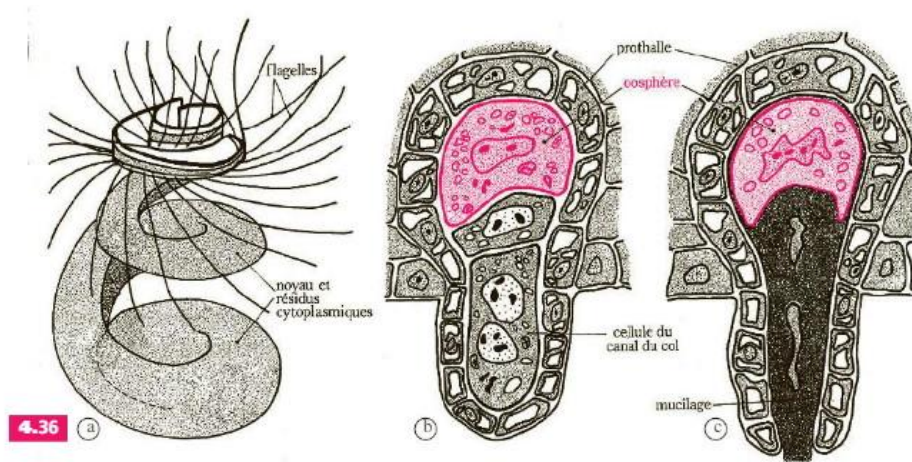
# Et des organes producteurs (archégonies) des gamètes femelles (oosphères)



Coupe longitudinale dans un archégonie de Fougère mâle (Ca, cellules du canal ; Co, col ; Oo, oosphère ; N, noyau de l'oosphère) (G × 1.800).

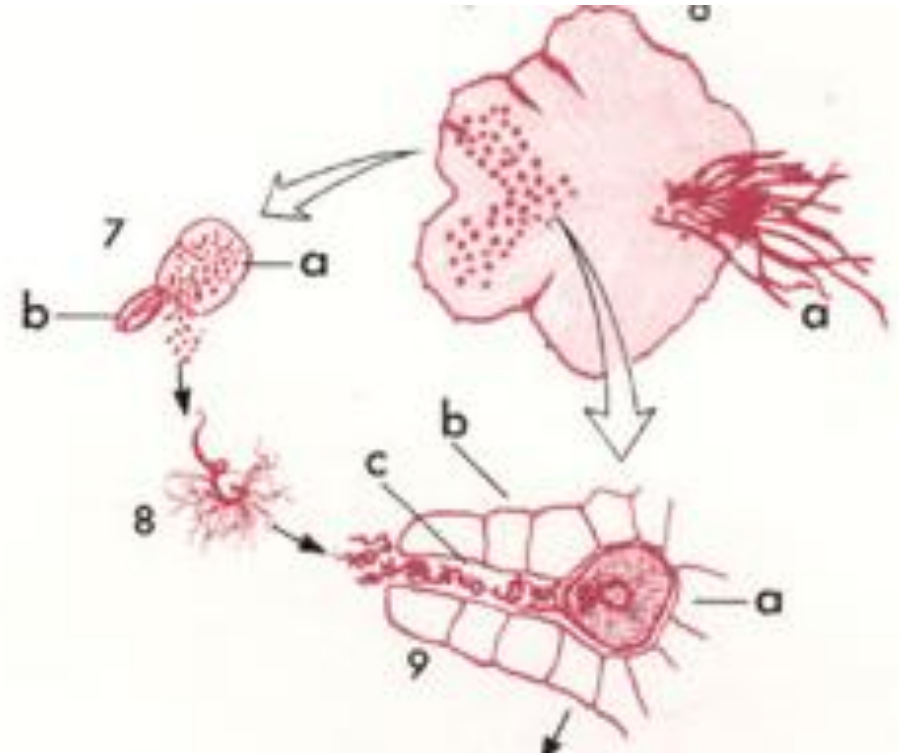
## d. Fécondation et formation du zygote

- Fécondation avec des gamètes nageurs dans une eau libre = zoïdogamie



4-36. Gamètes de fougères.

- a. Spermatozoïde multiflagellé.  
b. Archégone jeune.  
c. Archégone mûr. Canal ouvert par fonte des cellules axiales.



# Développement de la jeune fougère sur le prothalle, qui devient progressivement indépendante

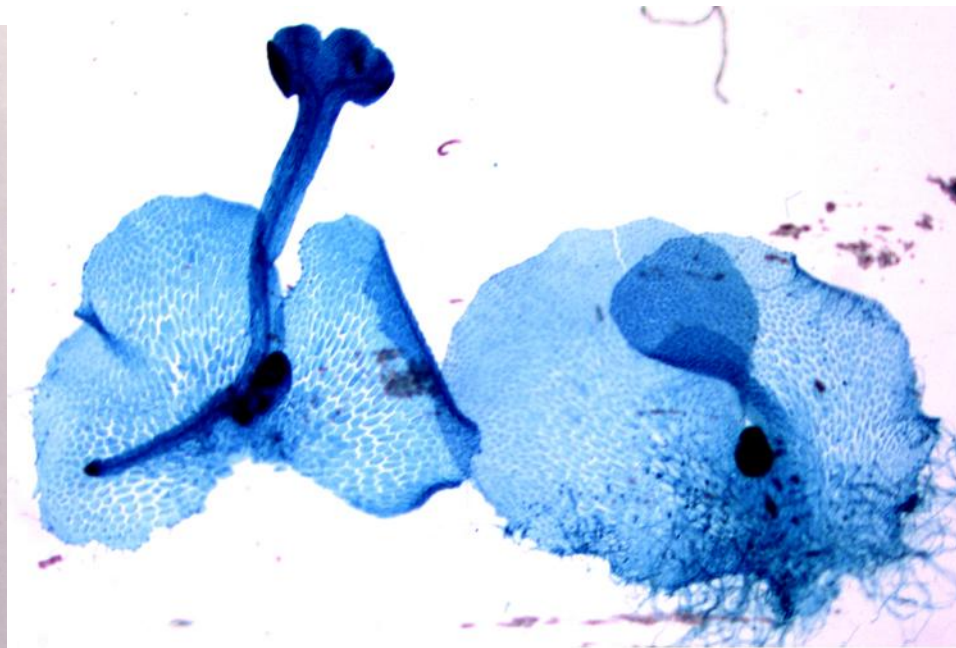
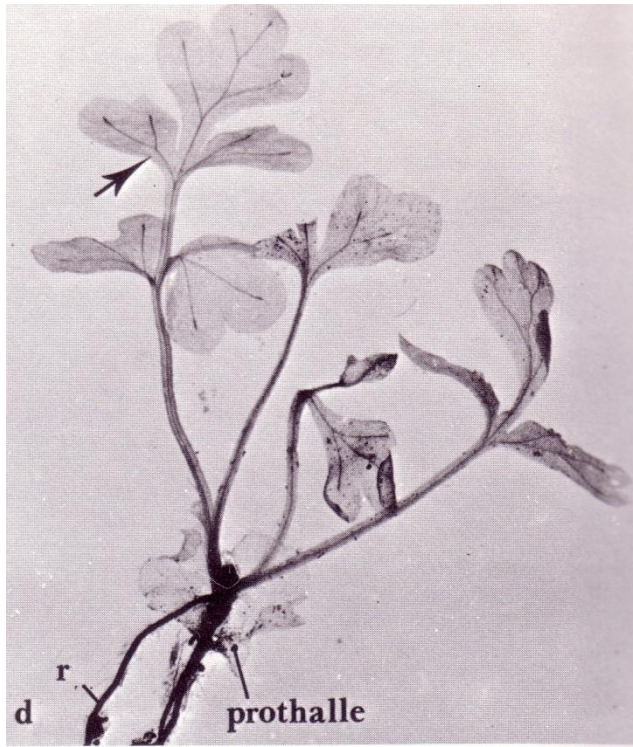
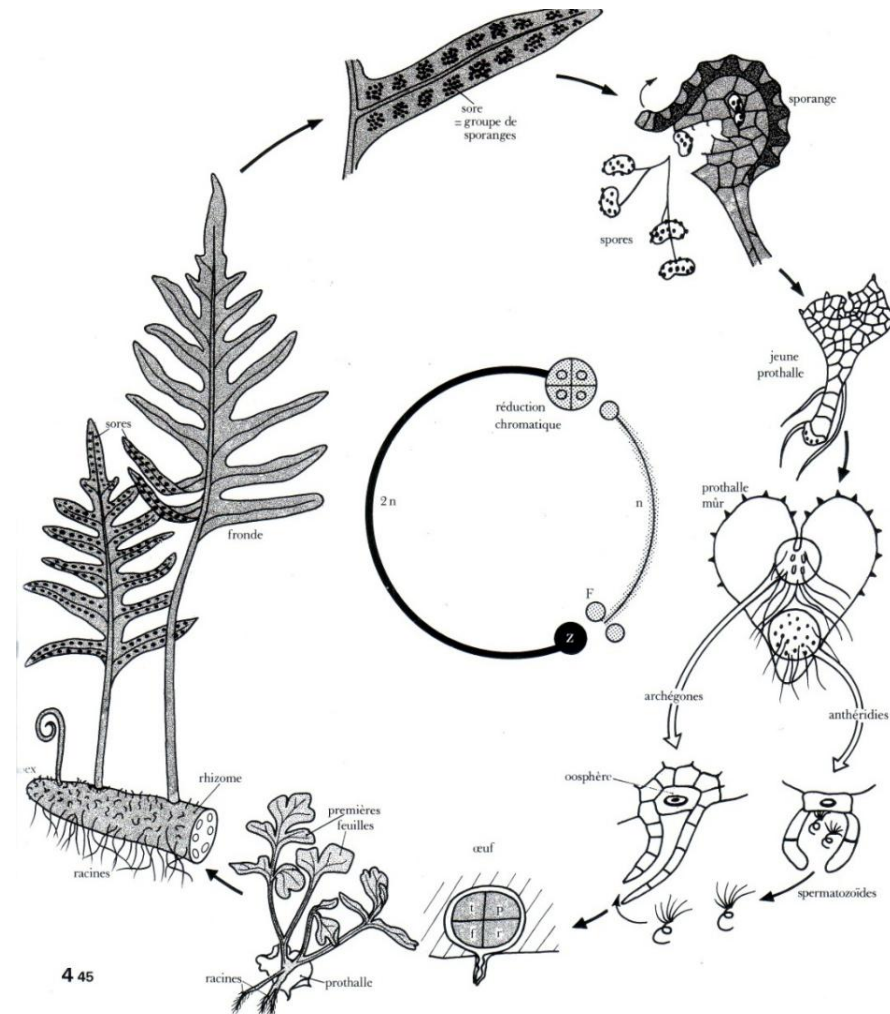


Figure 12 Fern gametophyte with young sporophyte.



## e. Le cycle de développement d'une fougère

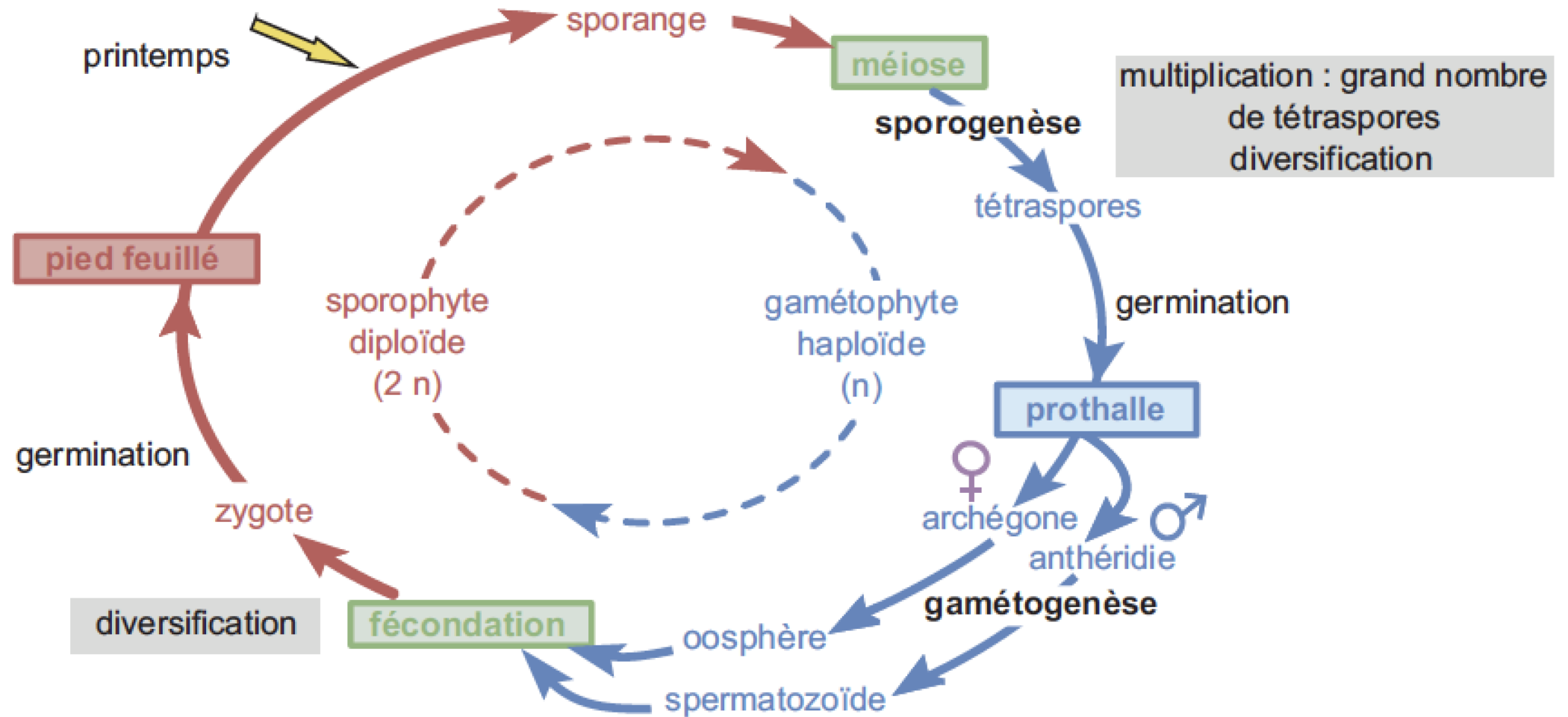
Cycle digénétique  
haplodiplophasique à  
diplophase dominante.



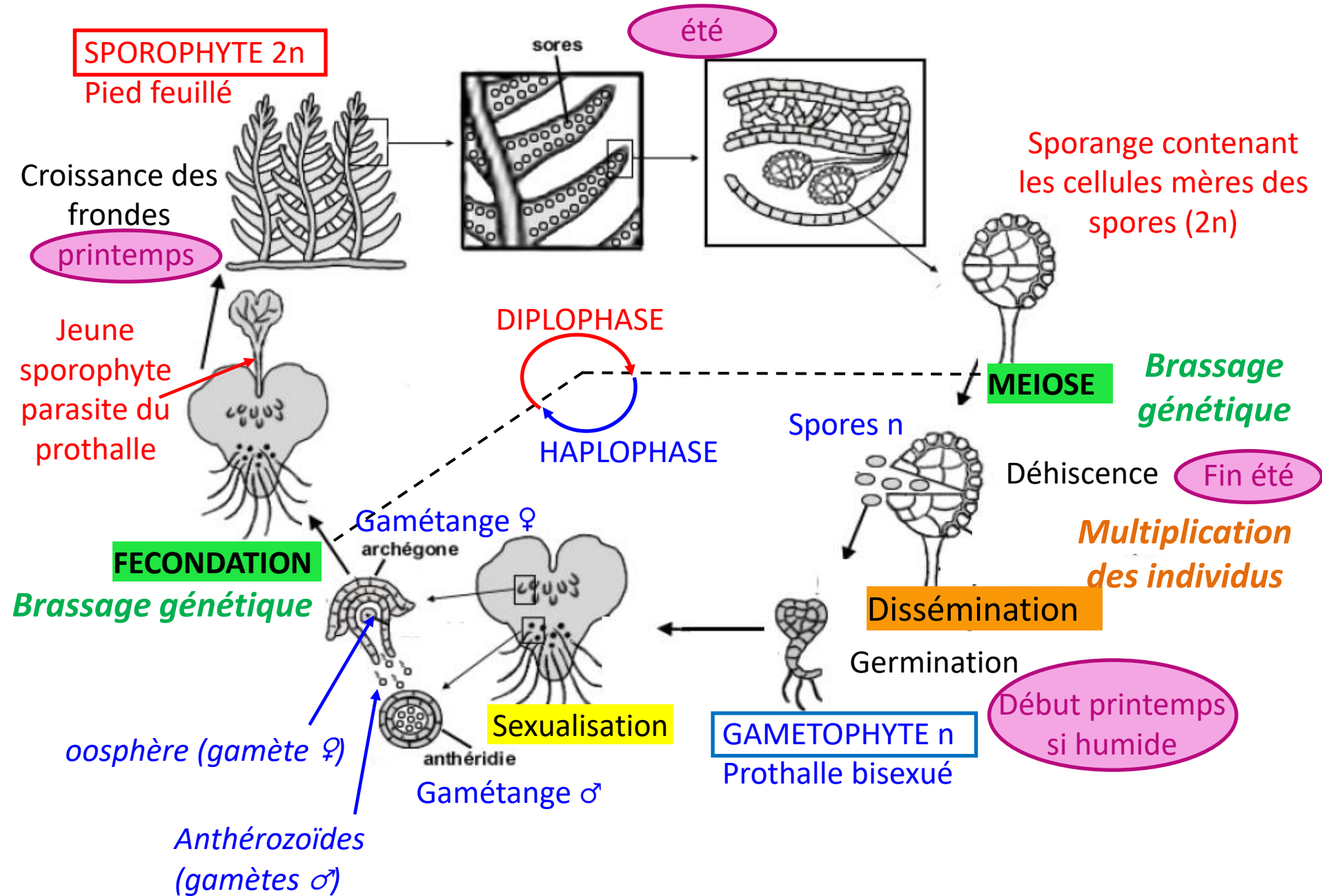
4-45. Cycle de développement du Polypode, type de Fougère isosporée.

## e. Le cycle de développement d'une fougère

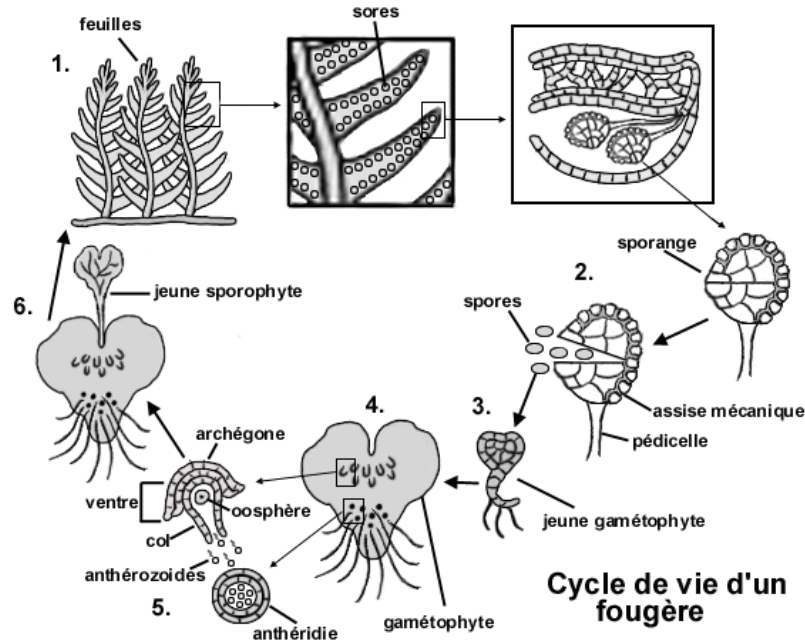
(a)



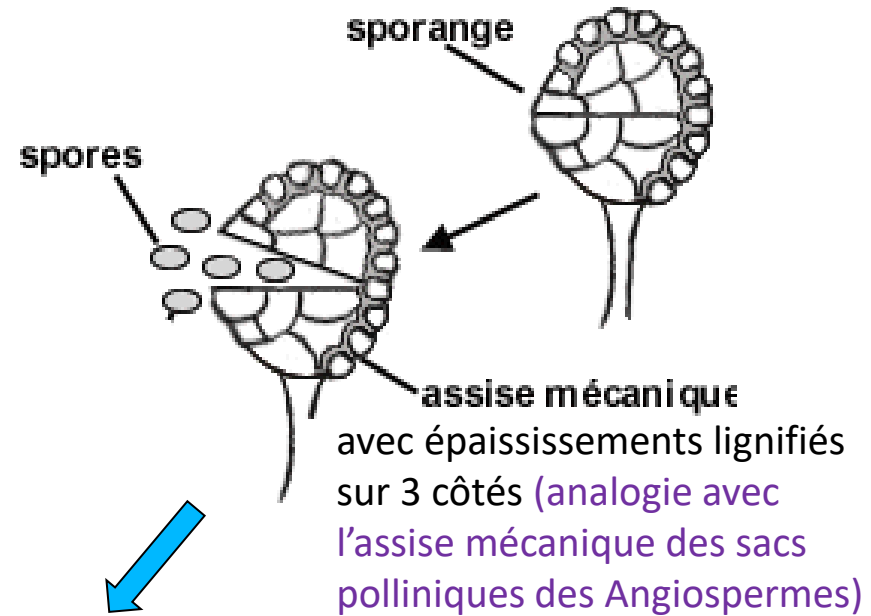
# CYCLE DIGENETIQUE HAPLO-DIPLOPHASIQUE DU POLYPODE



# Le cycle du Polypode est en lien avec le cycle des saisons



Libération de spores par déhiscence  
de l'anneau mécanique déshydraté  
**à la fin de l'été**



Germination des spores **au printemps** (humidité, conditions favorables)



Passage de la **mauvaise saison à l'état de spore** = **organe de résistance**  
**adapté à la dissémination** (déshydratée,  
riche en réserves, paroi pecto-cellulosique  
épaisse et imutrescible)

# Remarque

Synapomorphie des embryophytes :

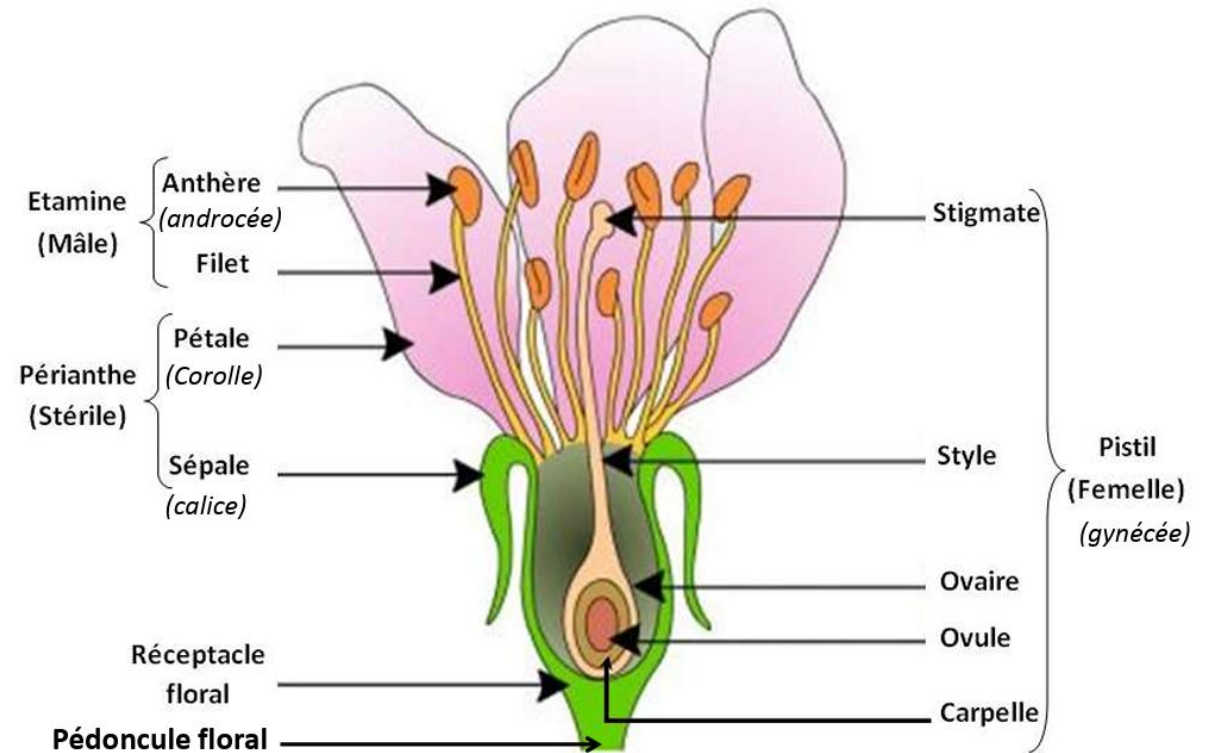
- spores, sporopollinine
- sporange = organe producteur de spores
- archégone = organe producteur du gamète femelle = gamétange femelle
- anthéridie = organe producteur du gamète mâle
- spermatozoïdes avec un centrosome à double centriole

# Séance 2

# SV-G La reproduction des embryophytes et des animaux

## SV-G-1.2. La reproduction sexuée chez les Angiospermes.

a. Rappel sup : la fleur, un ensemble d'organes.

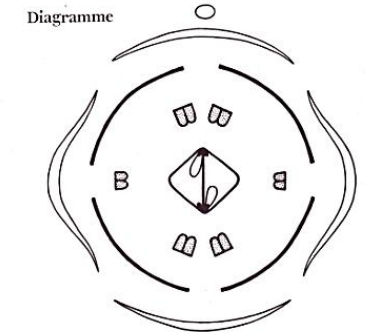
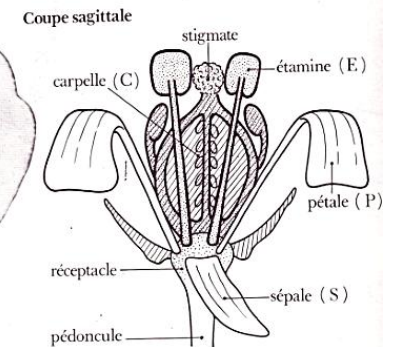


Coupe longitudinale d'une fleur de cerisier épanouie

# Calice, corolle, androcée, gynécée

Lien cours SV-B-3-2

développement de la fleur



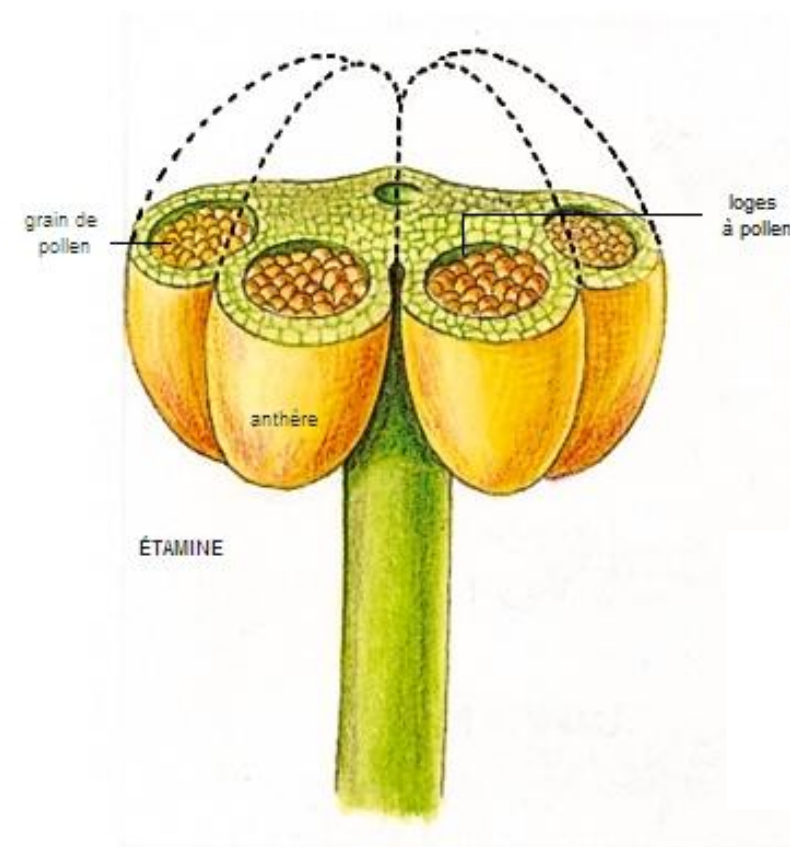
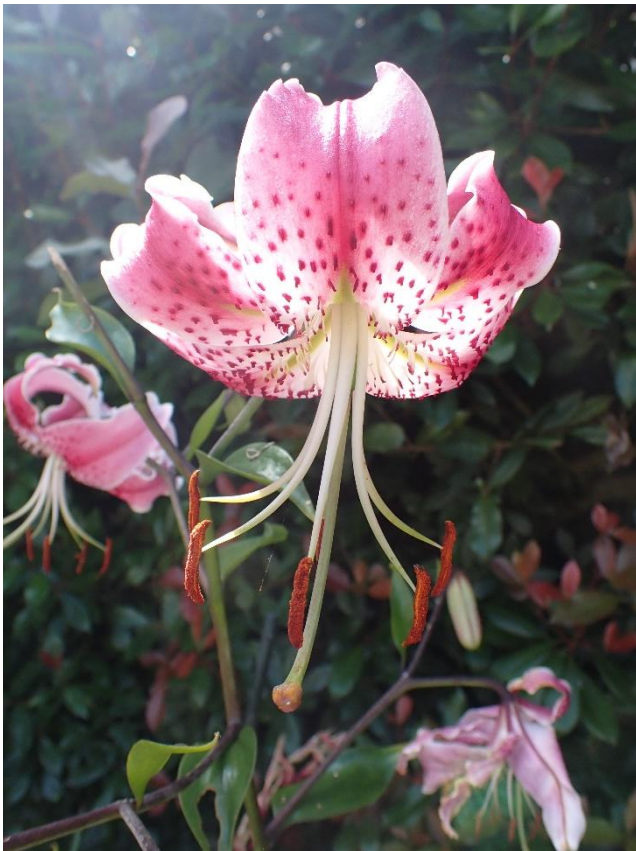
Formule florale  
 $\frac{\text{♂}}{\text{♀}} = 4S + 4P + (2+4)E + 2C$

8 18

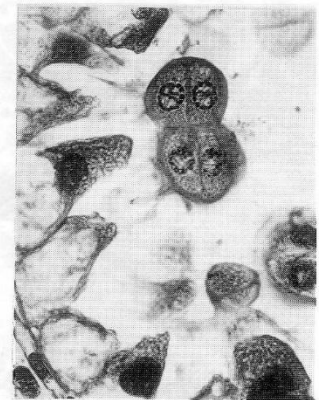
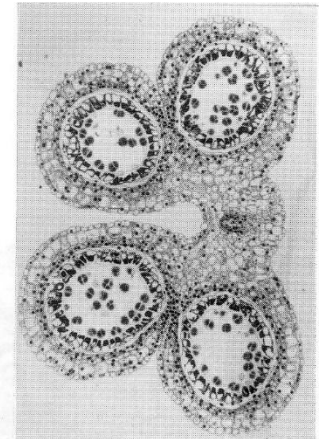
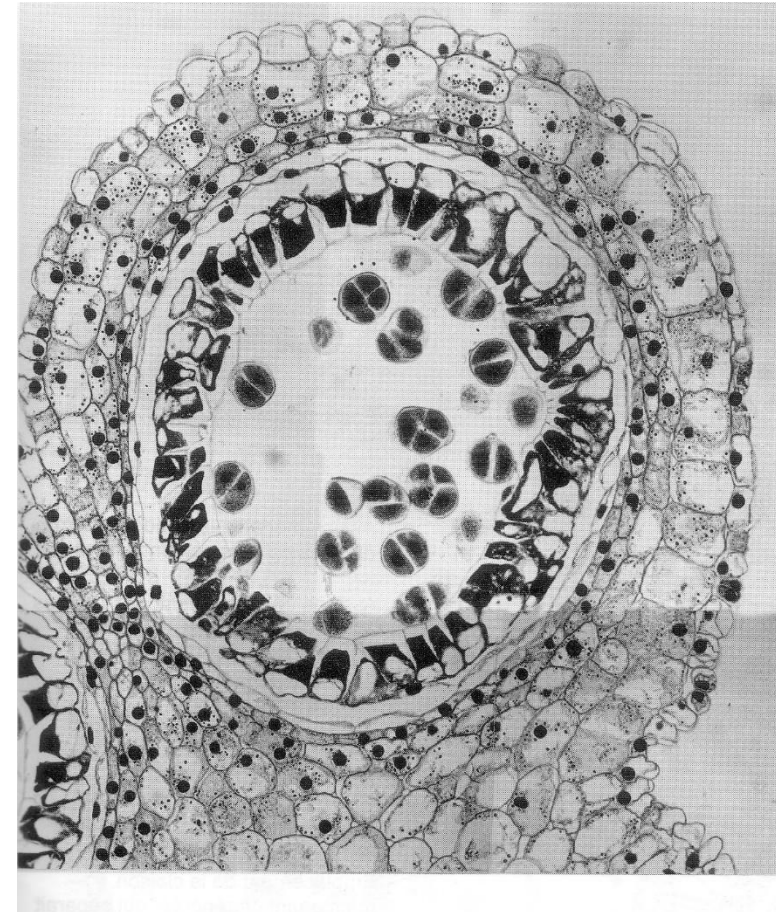
8-17 et 8-18. Organisation générale d'une fleur de capselle (*Capsea Bursa-Pastoris*, Crucifères) ( $\times 50$ ). Pétales disposés en croix (d'où nom de la famille), 6 étamines dont 4 plus grandes (androcée tétradyname).

## b. Etamines et pollen

Lien TP : étamine, lieu de production des spores mâles = microsopres



# Etamine : filet, anthère et formation du pollen

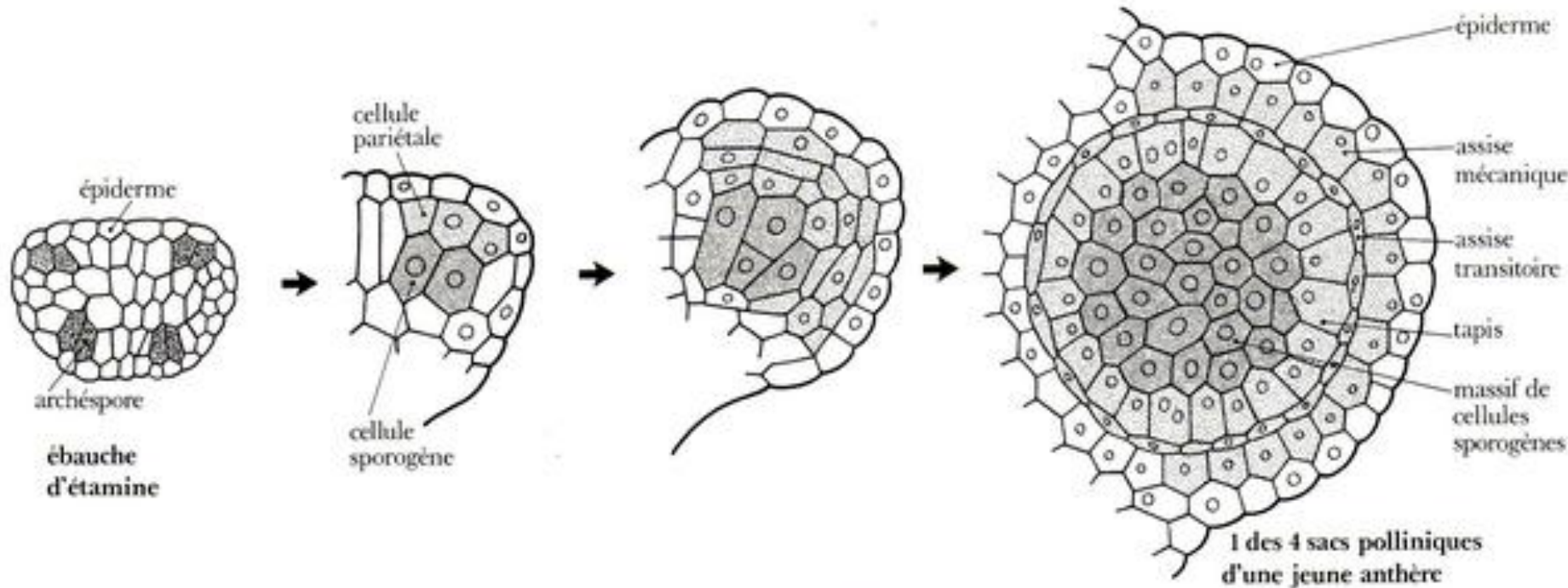


2

3

# Formation de la loge pollinique

Lien cours méristème floral SV-B-3-2 système ABC



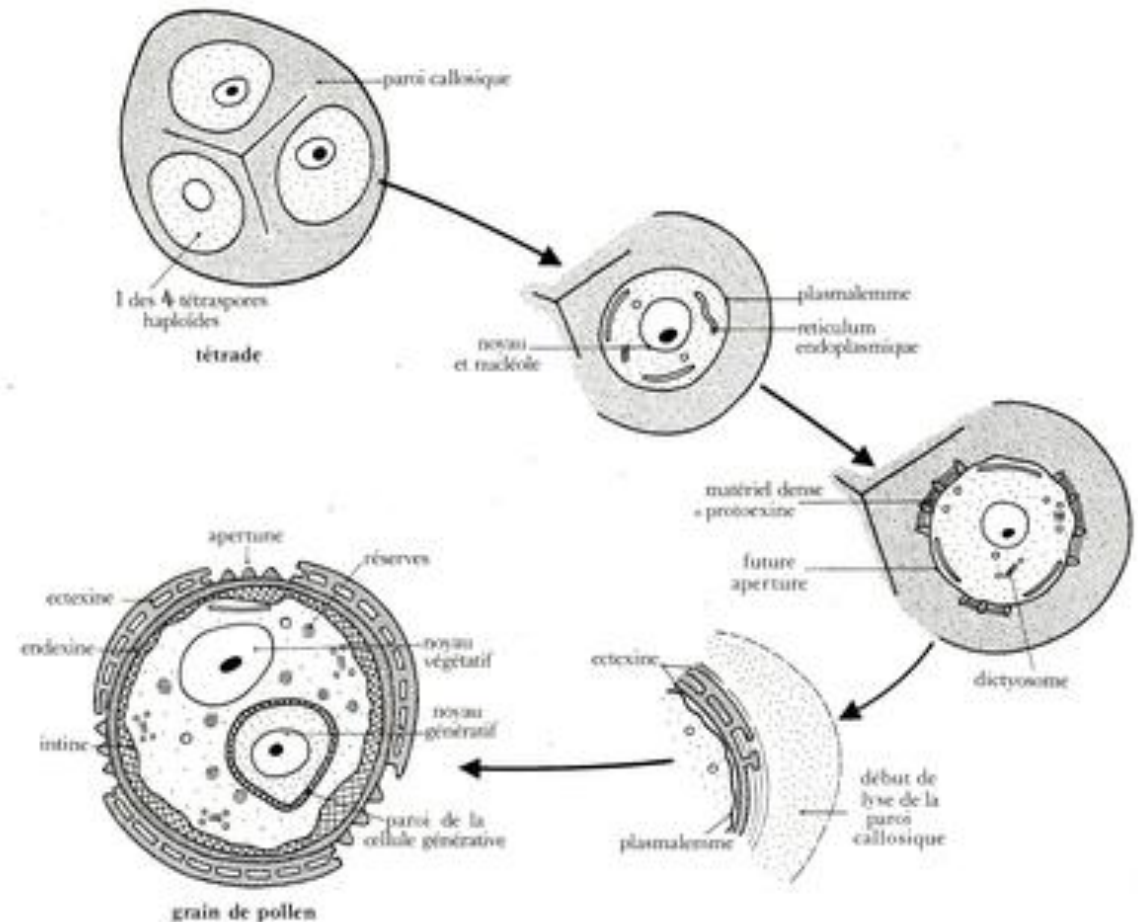
Mise en place des types cellulaires dans une jeune anthère.

Donc une loge pollinique = un sporange mâle (sexualisation des sporanges)

# Méiose des cellules sporogènes : formation de tétrades de spores mâles

Formation des spores mâles

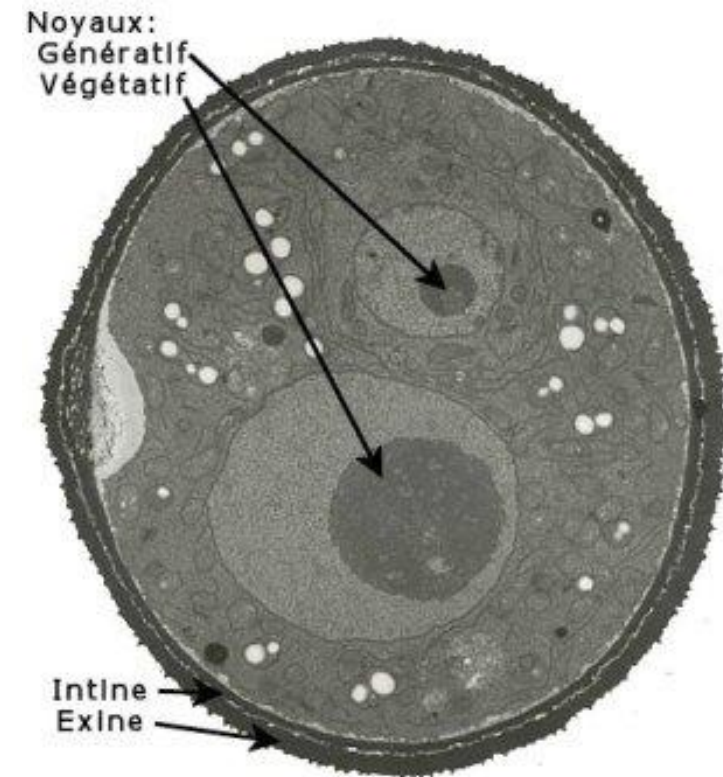
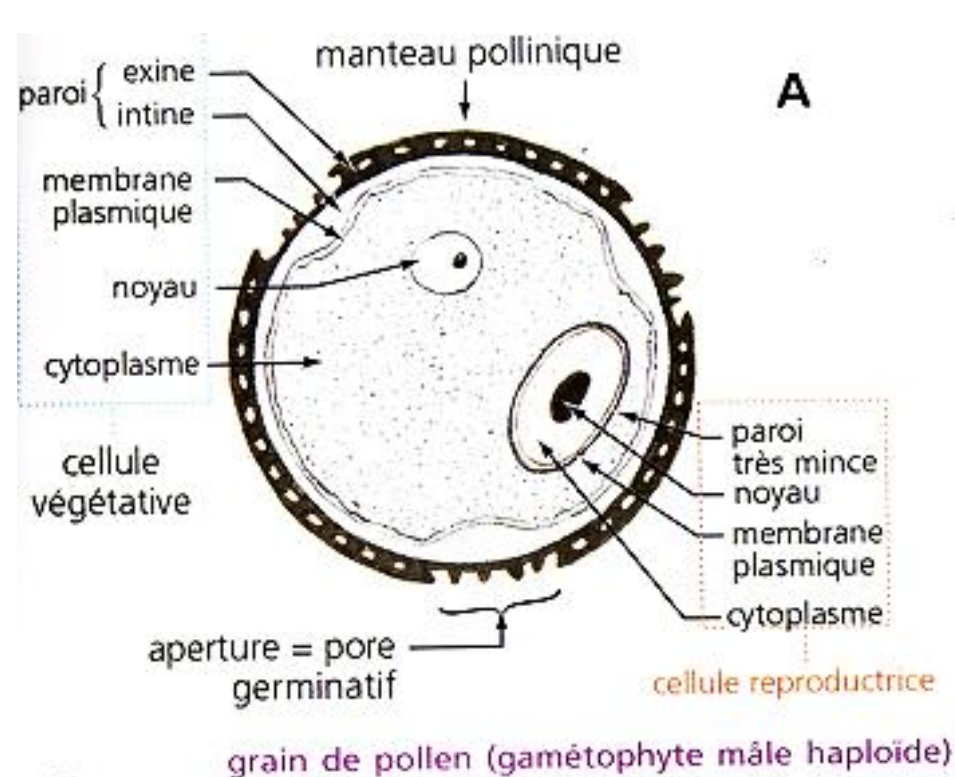
Développement de la spore mâle dans le sporange mâle = **endoprothallie**



De la tétraspore au grain de pollen.

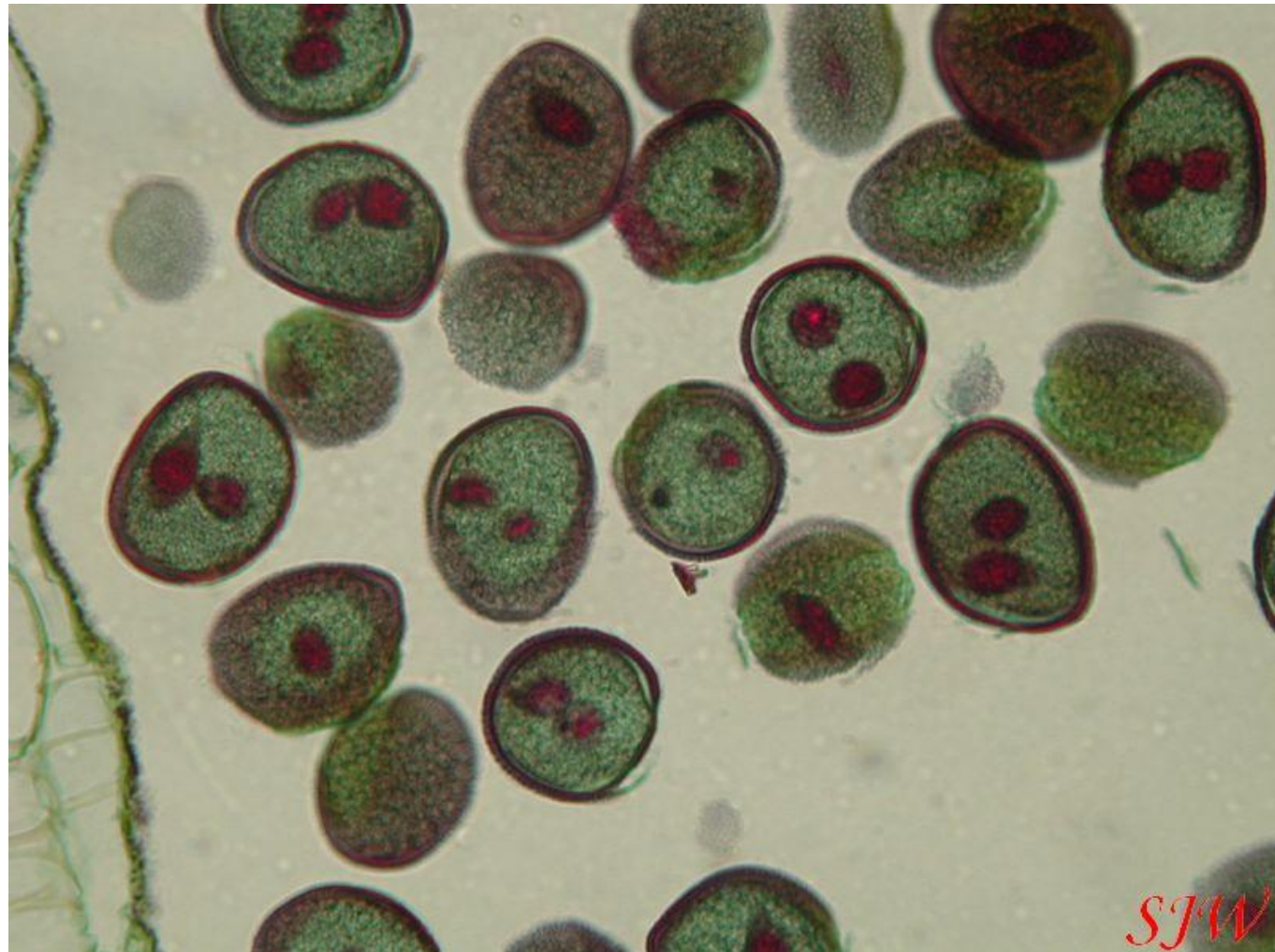
# De la spore mâle au pollen

Une ou deux mitoses : une cellule végétative et une cellule spermatogène (ou deux spermatozoïdes) : pollen à deux ou à trois cellules



Pollen = gamétophyte mâle = individu  
haploïde mâle

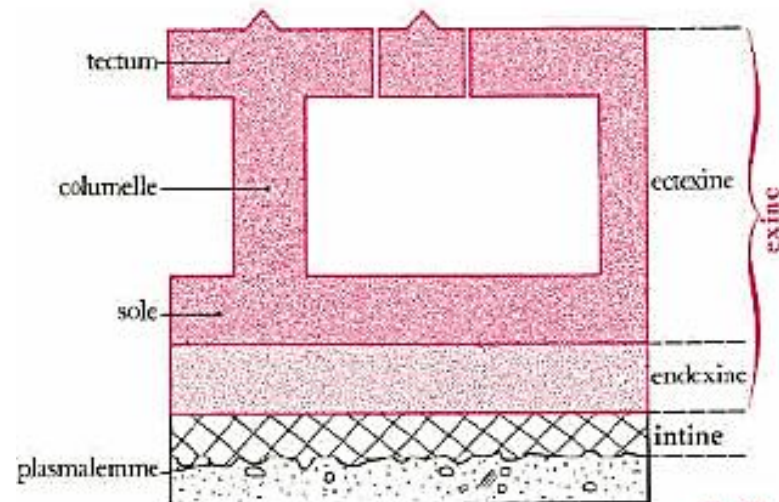
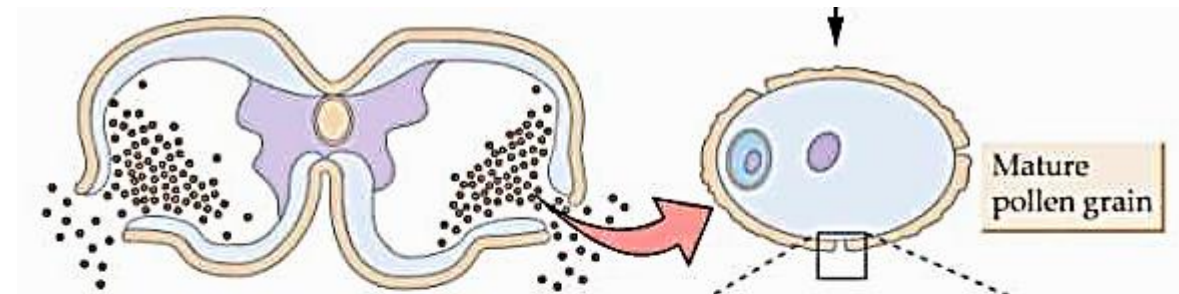
A maturité le pollen  
est déshydraté,  
chargé de réserves  
et en vie ralentie



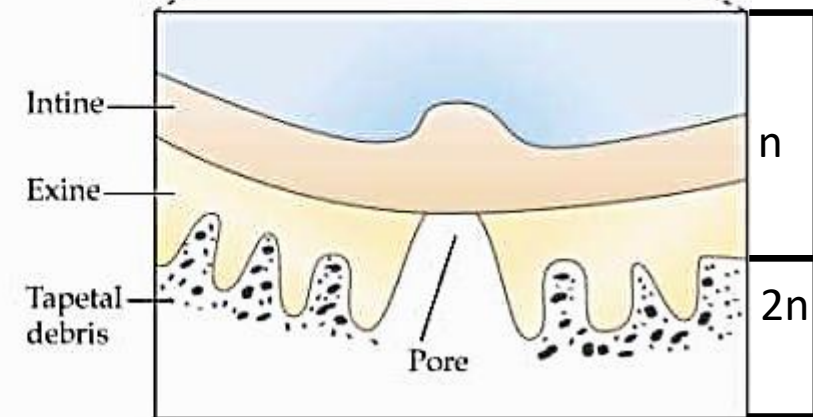
# Importance de la paroi du pollen et de la déshydratation (vie ralentie)

Exine avec sporopollénine  
(et glycoprotéines)

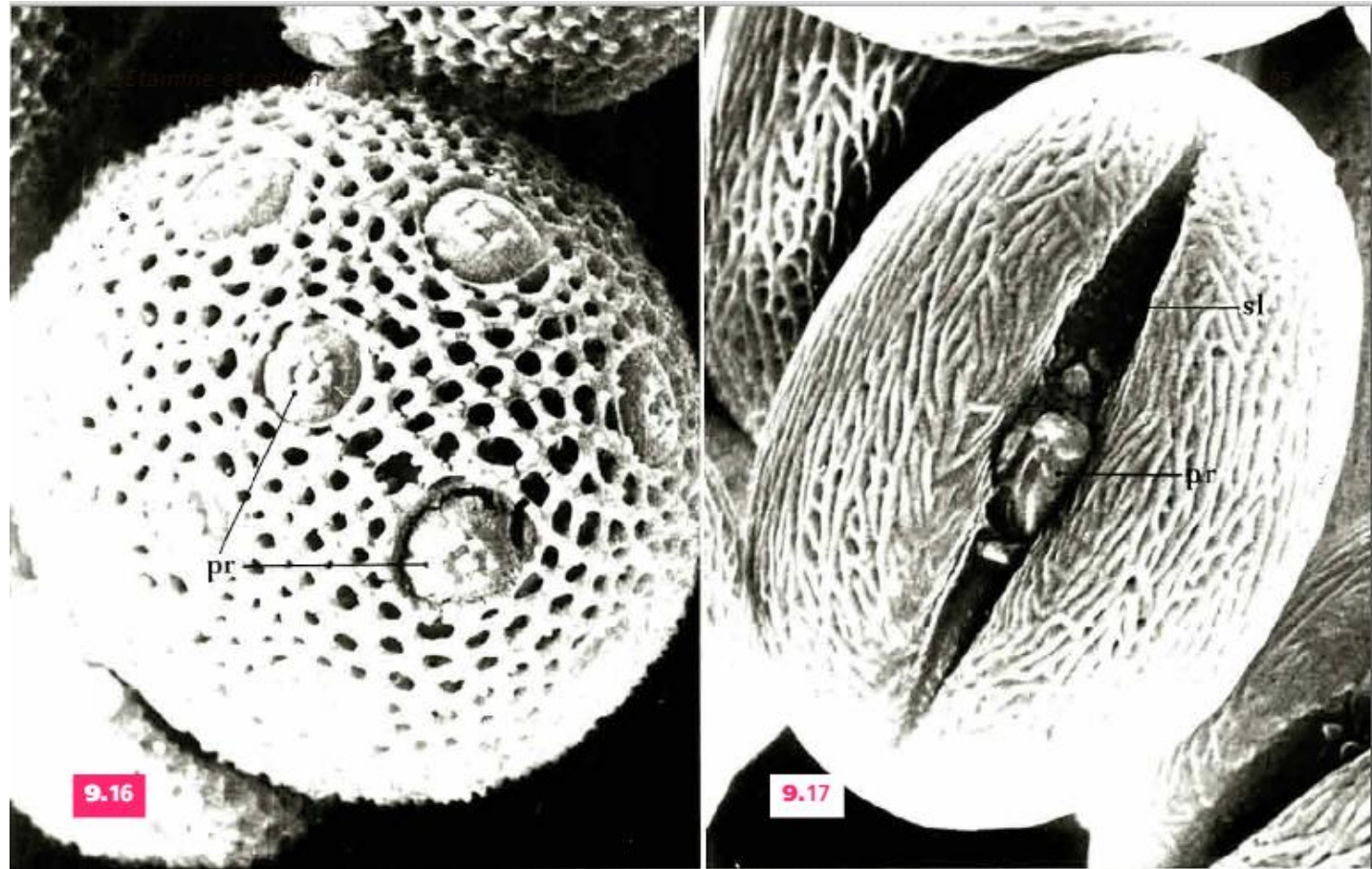
Intine surtout cellulosique



9.15



# Lien TP : utilisation des pores germinatifs pour la systématique



## c. Carpelles et ovules

Structure du carpelle :  
rappel TP

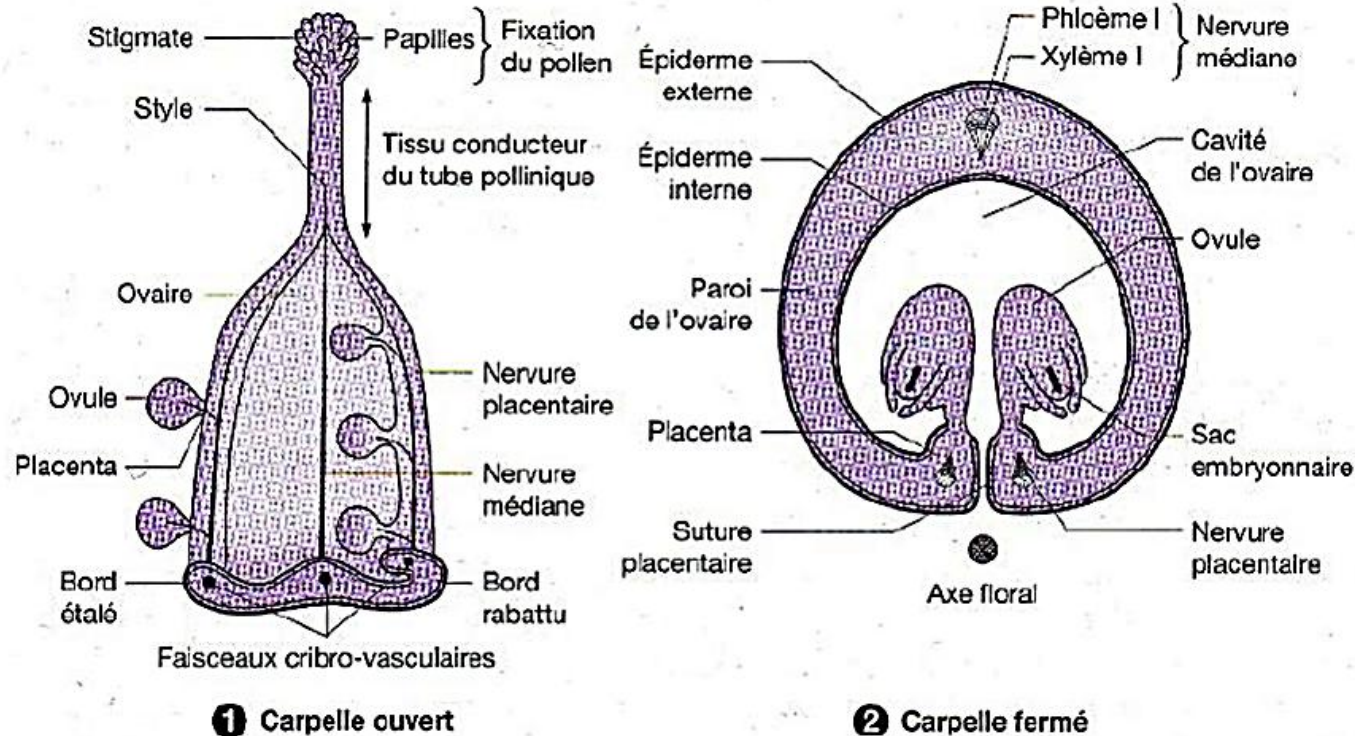
Lien SV-B-3-2

Système ABC

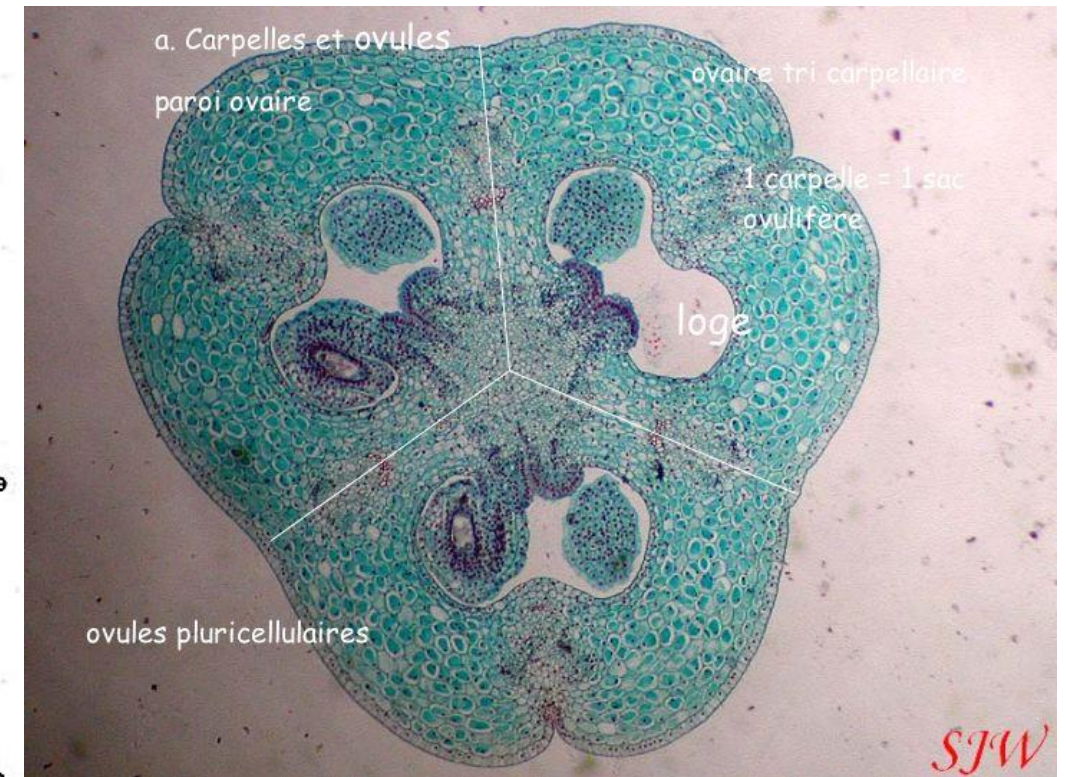


# Carpelle : une originalité des angiospermes

CL et CT

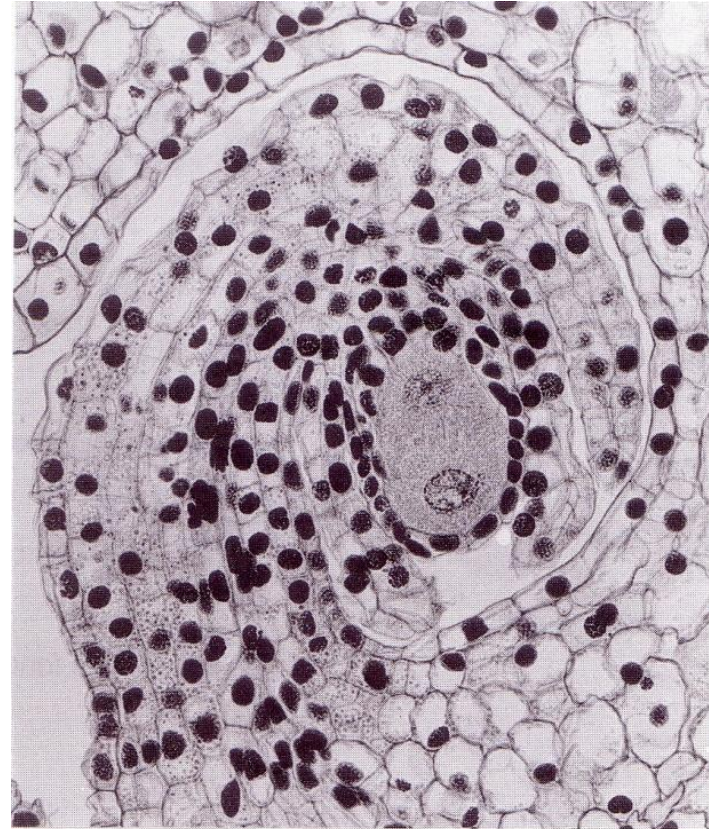
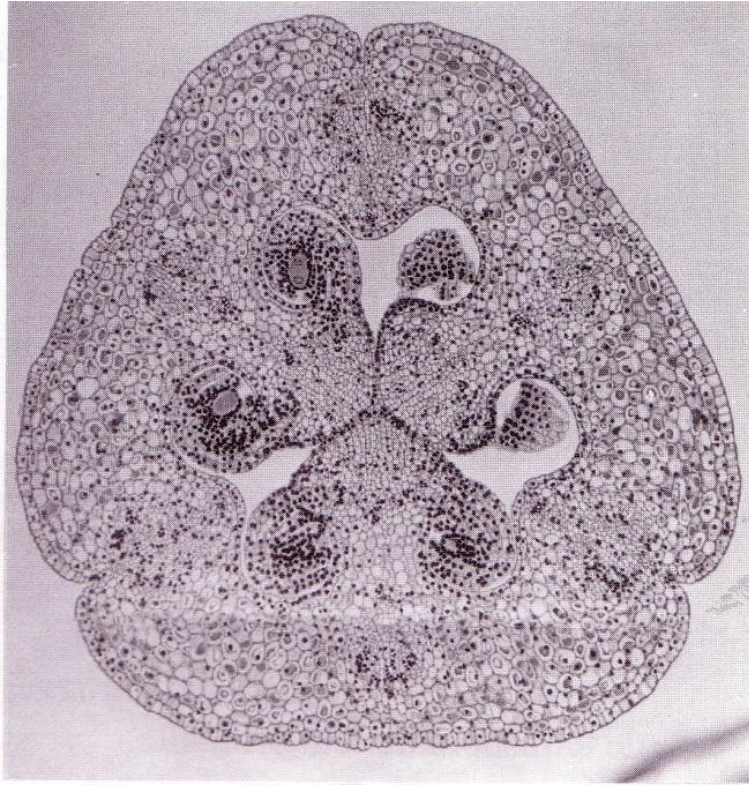


**Structure d'un carpelle**  
1. Carpel ouvert. 2. Coupe transversale d'un carpelle fermé.



# Angiospermie : l'une des synapomorphies des angiospermes

Carpelle clos



# L'ovule

## Rappel TP

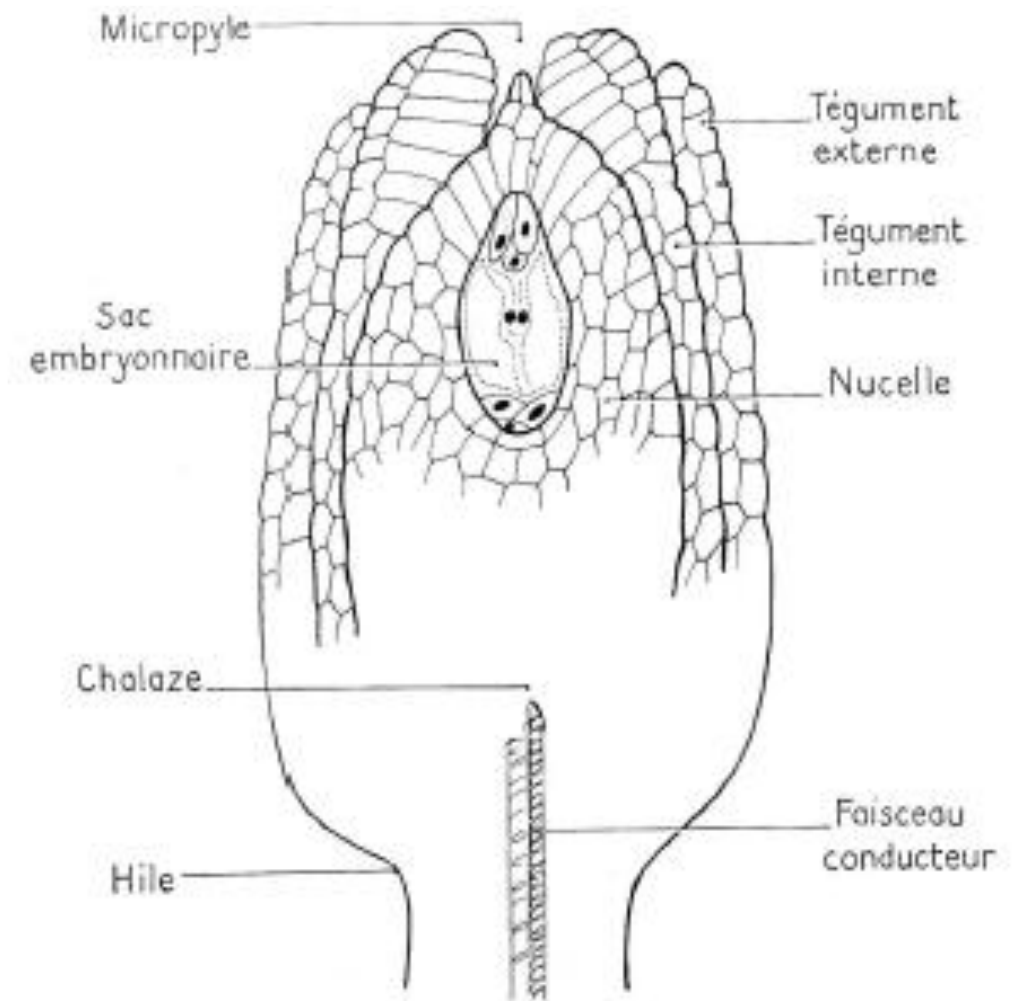
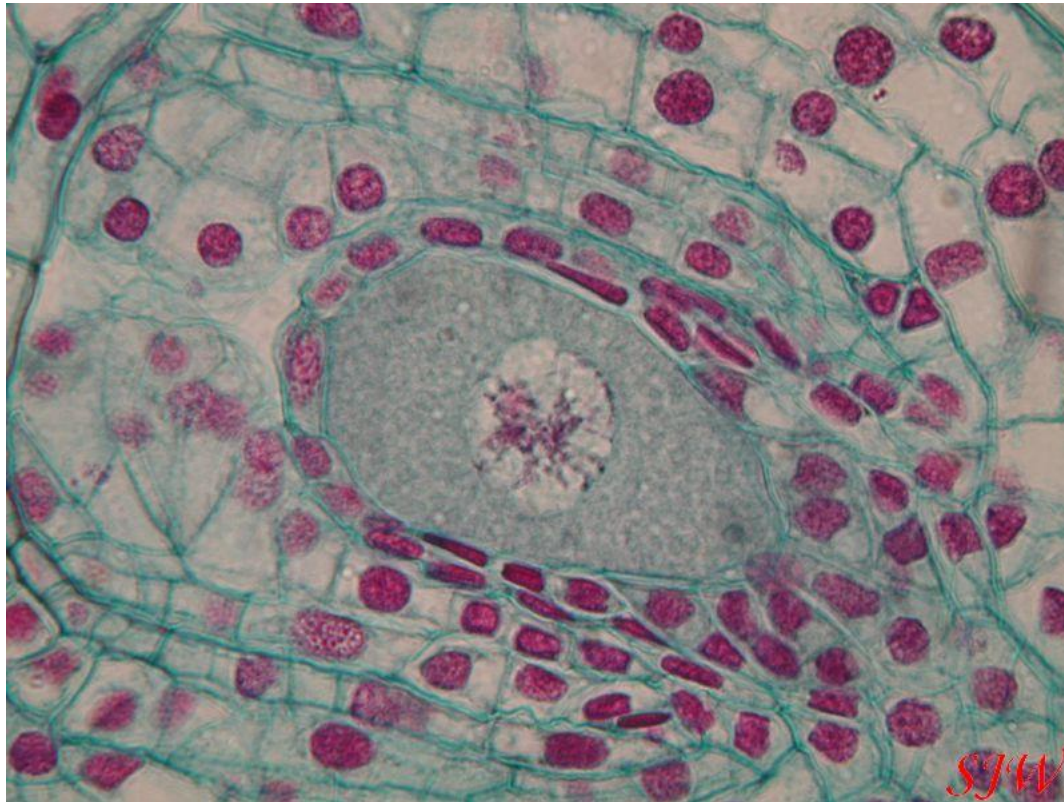
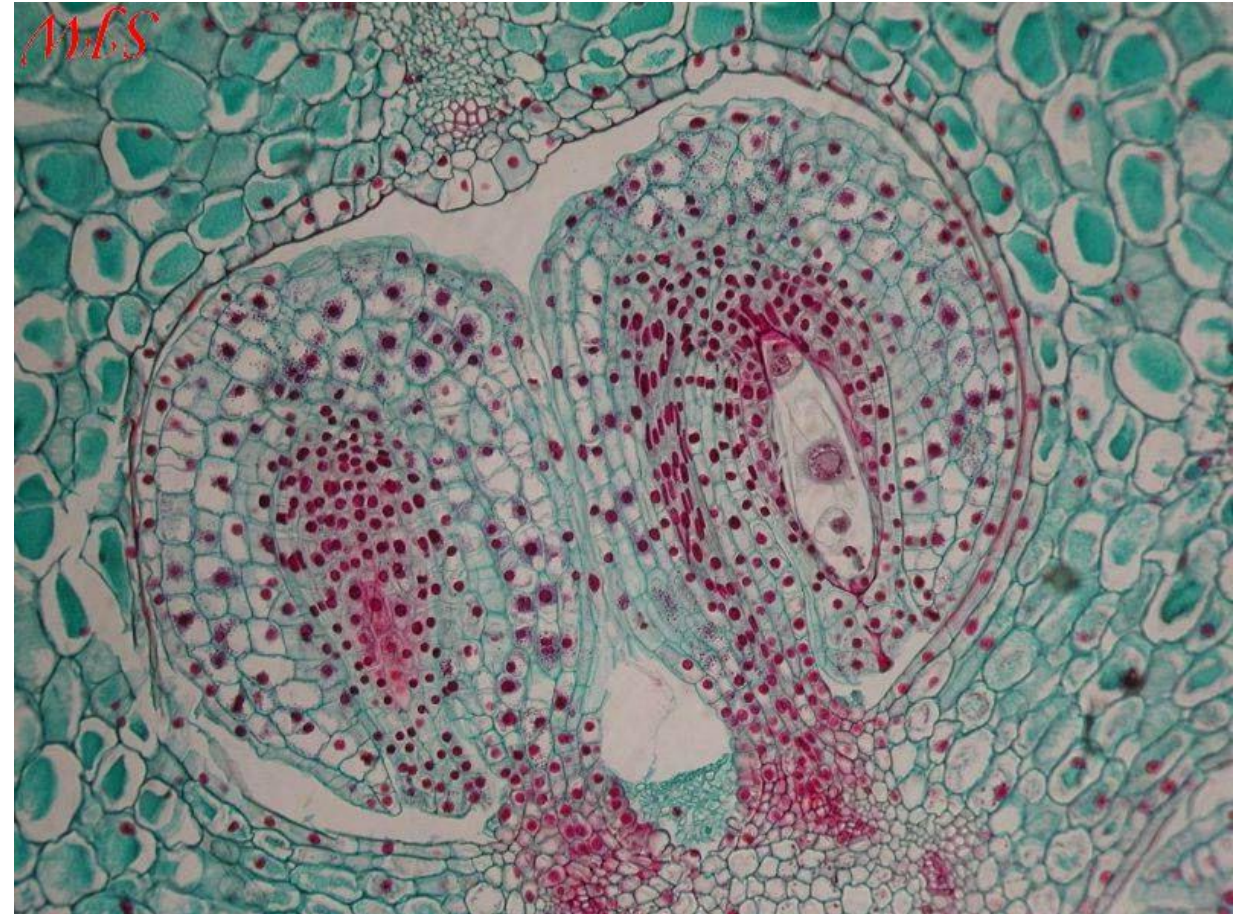
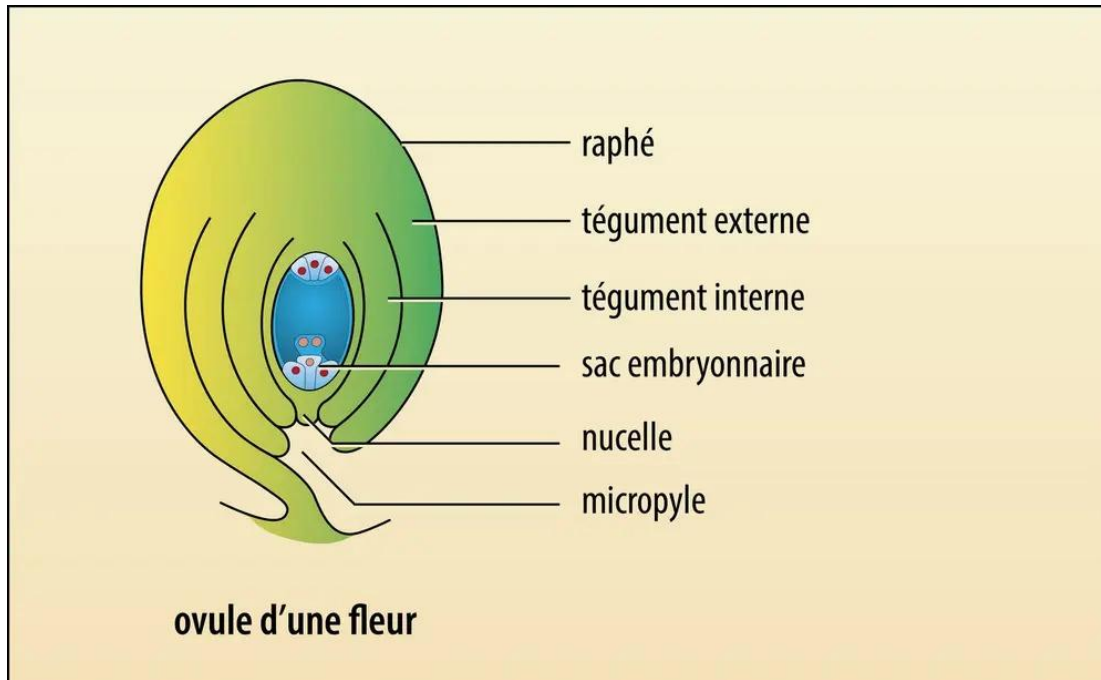
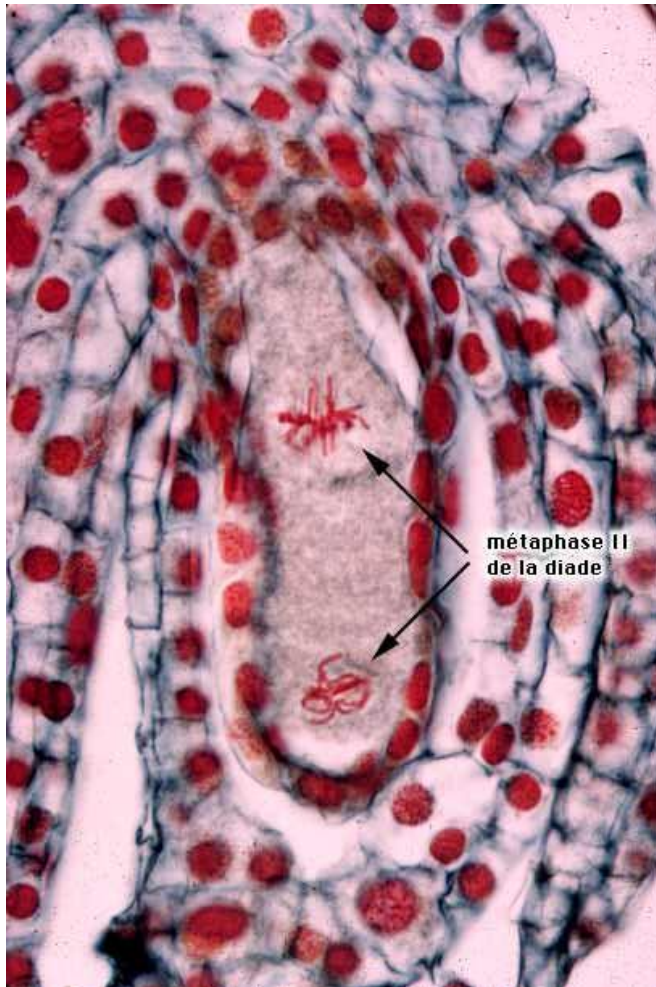


fig. 248. — Organisation générale d'un ovule d'Angiosperme (la partie rétrécie à la base de l'ovule est le funicule).

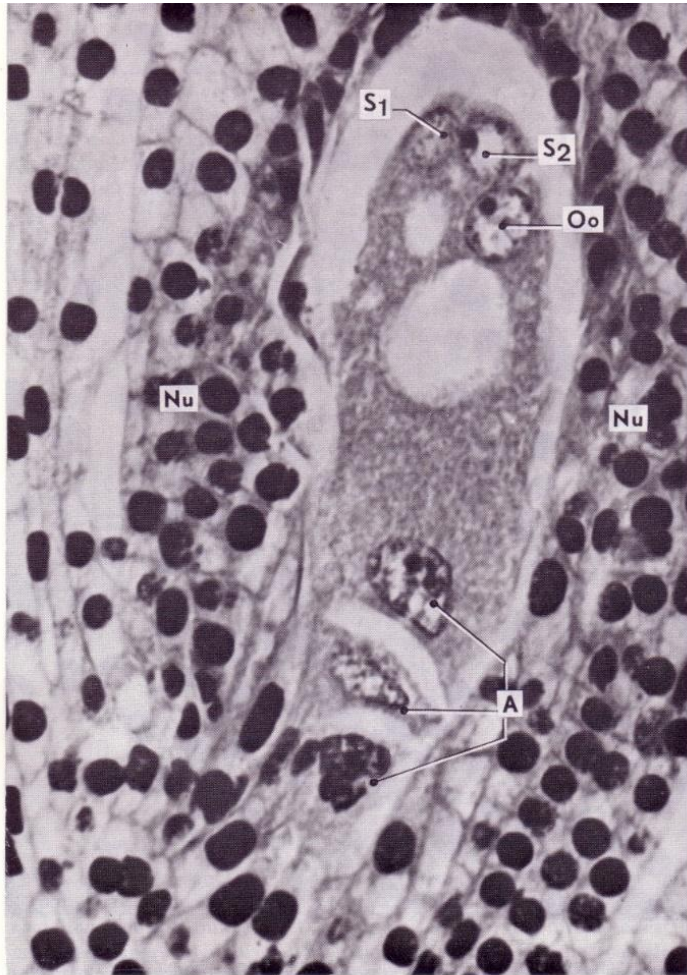
# Ovule



# Formation du sac embryonnaire



# Sac embryonnaire



Sac embryonnaire du Lis blanc (a, antipodes ; nu, nucelle ; Oo, noyau de l'oosphère ; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, noyaux des synergides) (G × 500).

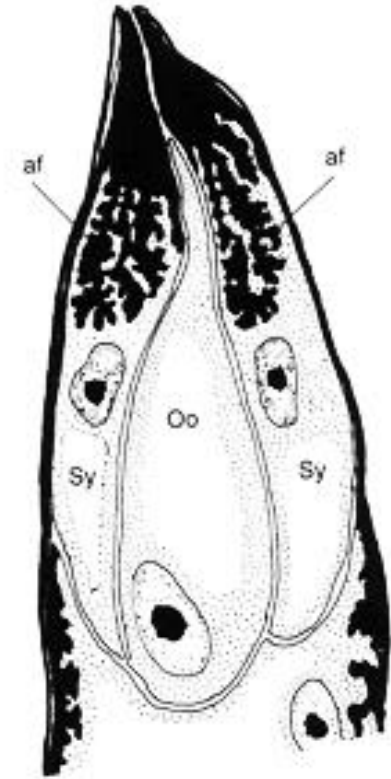
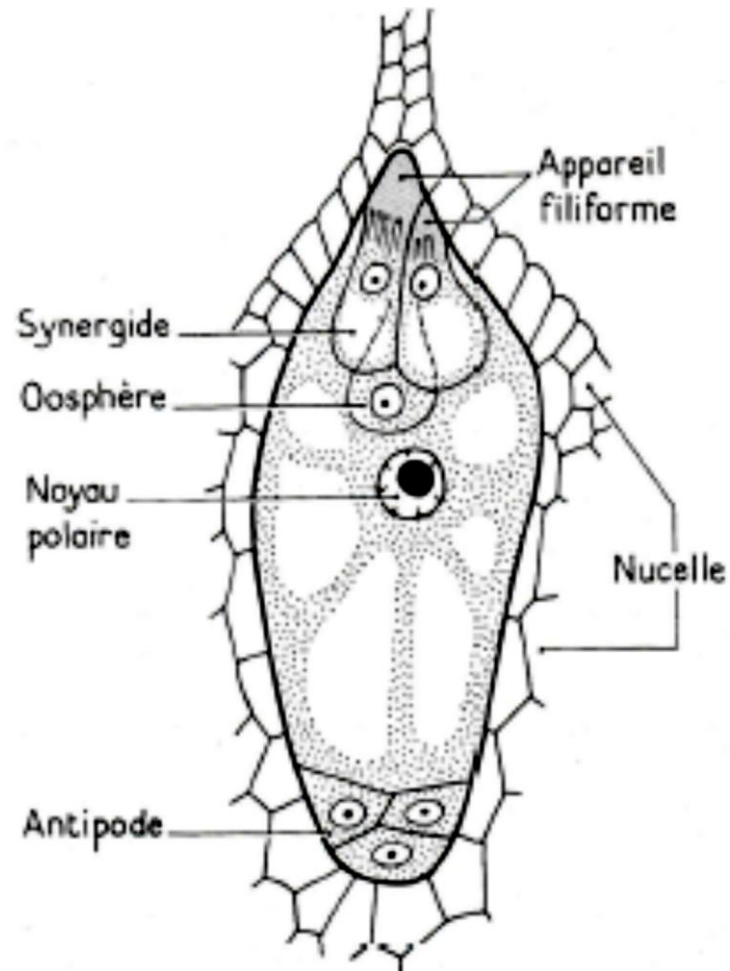


Fig. IV-15 : Oosphère (Oo) et synergides (Sy) dans un sac embryonnaire de Lin.  
af, appareil filiforme.  
(D'après J. VAZART, modifié).

# Bilan

Carpelle = organe original aux angiospermes

Ovule = macrosporange femelle

Sac embryonnaire = gamétophyte femelle

Endoprothallie

Dispersion du gamétophyte mâle et non de la spore

Perte des archégonies et des anthéridies

Fig 5 : bilan des cycles de développement

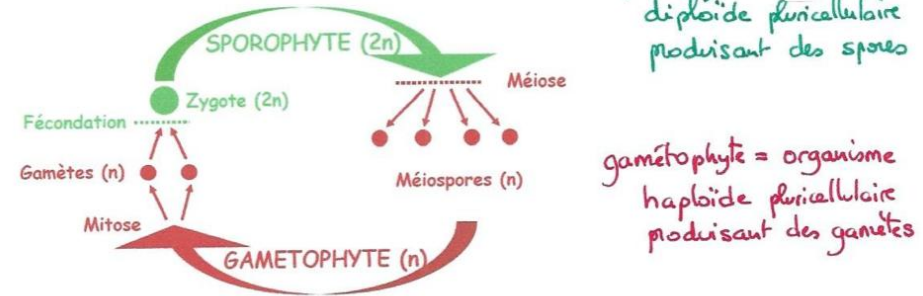


Fig 6 : cycle digénétique haplodiplophasique du Polypode

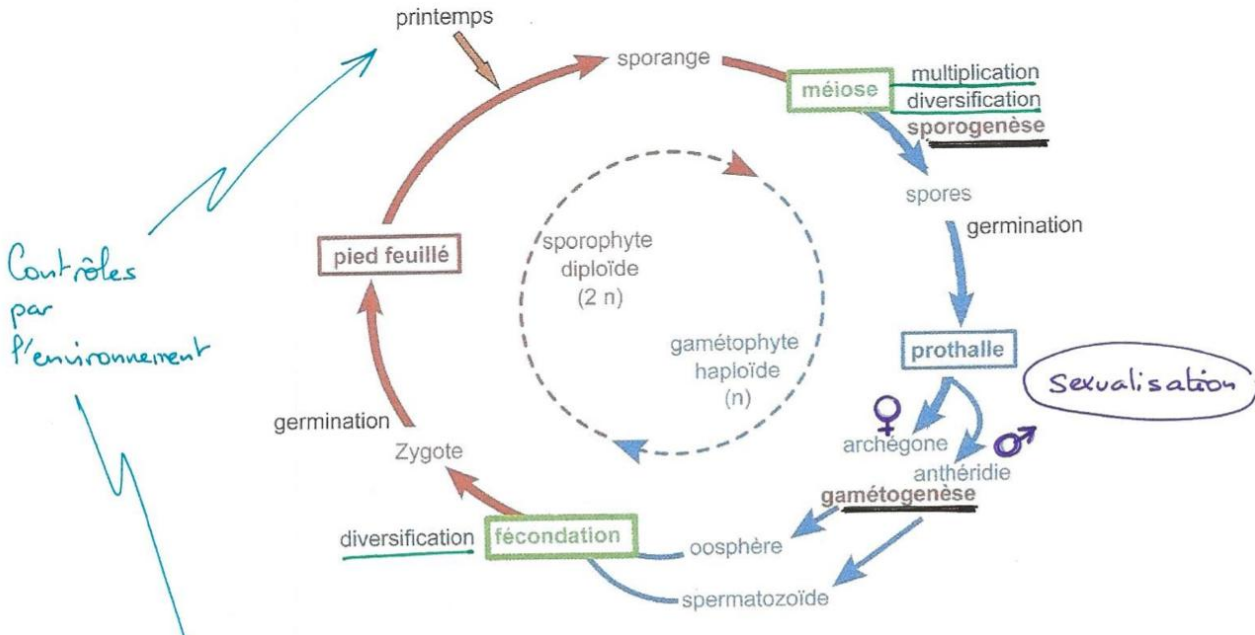
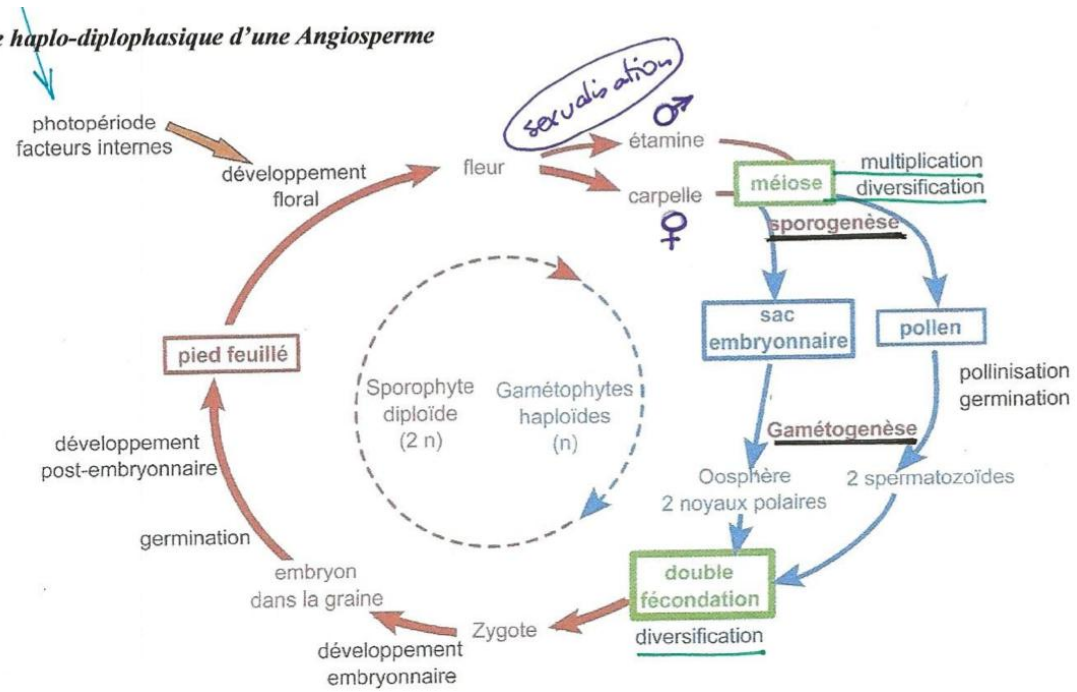


Fig 7 : cycle haplo-diplophasique d'une Angiosperme



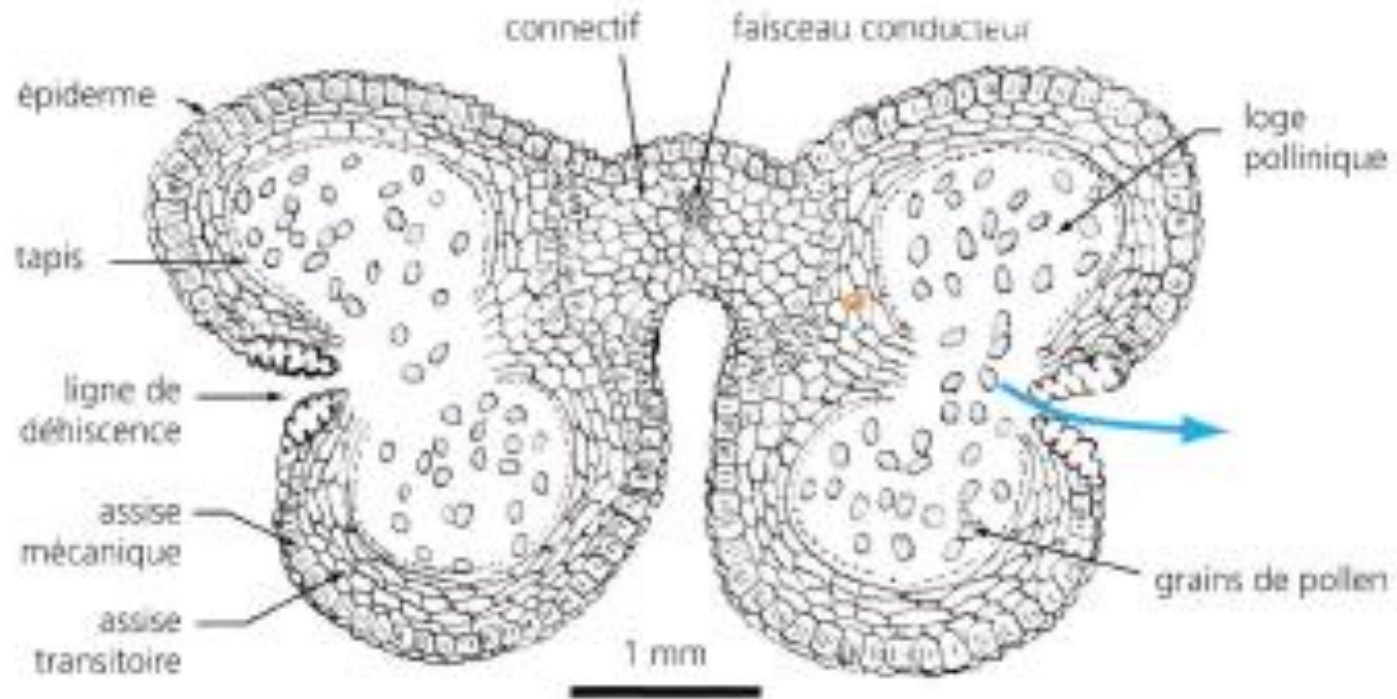
## d. Pollinisation

**Ouverture de l'anthère**

Maturité de l'androcée

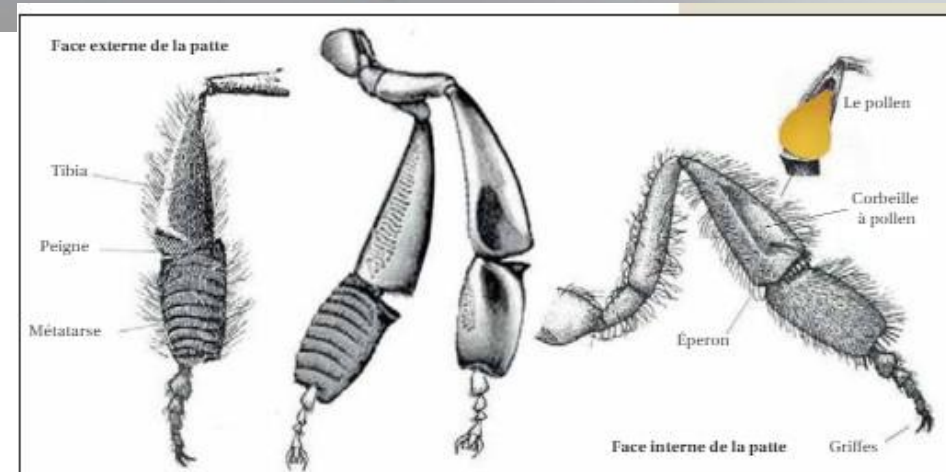
# Déhiscence de l'assise mécanique

Libération par déhiscence de l'assise mécanique

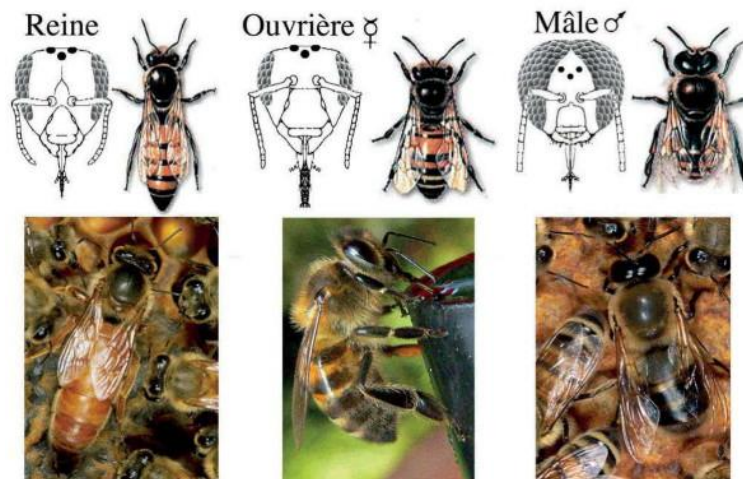
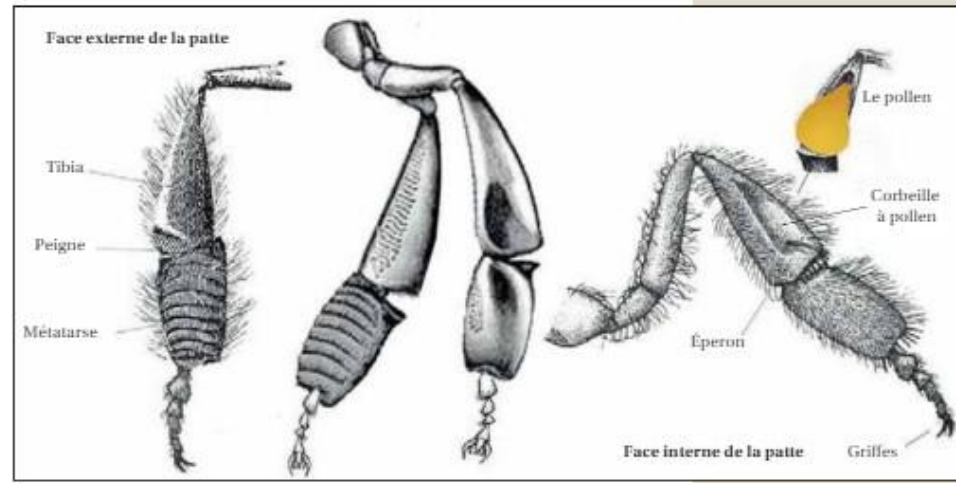


# La pollinisation par les insectes (= pollinisation entomophile) un type de zoogamie.

## Importance des insectes



# Adaptations des insectes

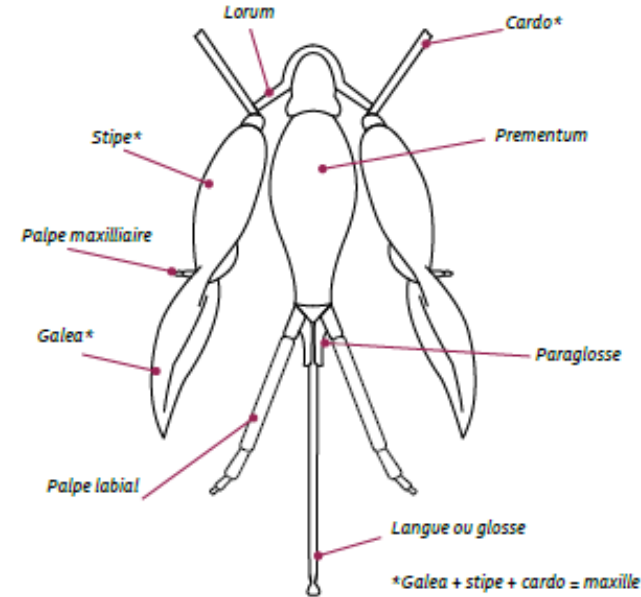


# Au niveau des pièces buccales

- Type broyeur lecheur

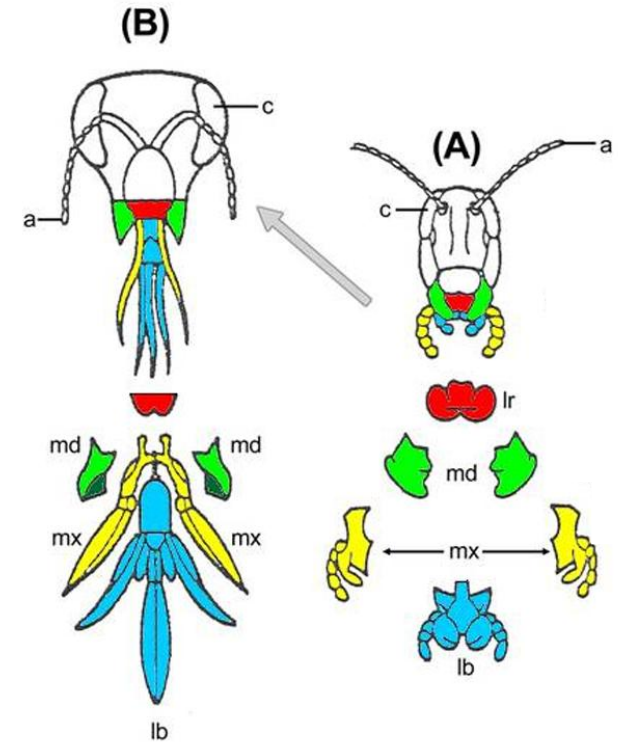
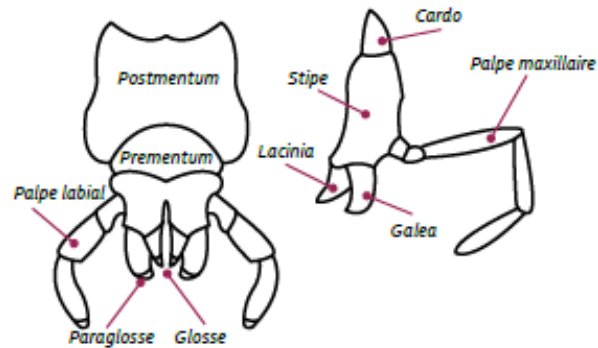


Maxillaire et labium (face postérieure)



Labium

Maxillaire





# Adaptation des fleurs

Quelles sont les caractéristiques des fleurs à pollinisation entomophile ?



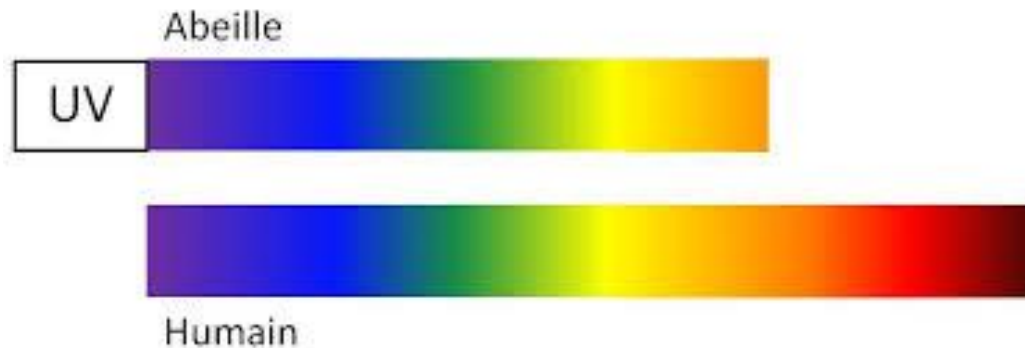
# Caractéristiques des fleurs

Signaux attractifs : olfactif ,  
visuel, tactile

Nectaires produisant du nectar

Pollen très collant / qui  
s'accroche

Vision insectes : différentes des  
mammifères : vision dans les UV



Primrose flower in natural light (left) and UV-light (right)



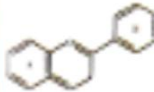

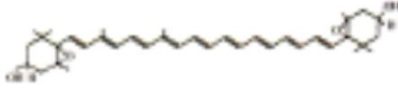
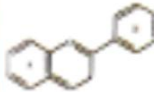

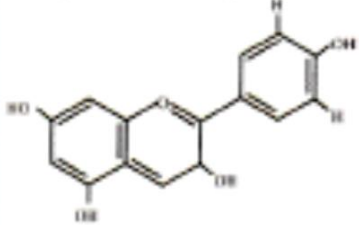

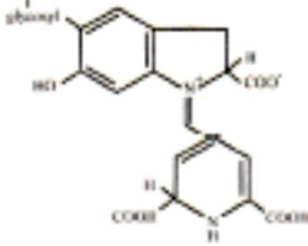
Dandelion flower in natural light (left) and UV-light (right)





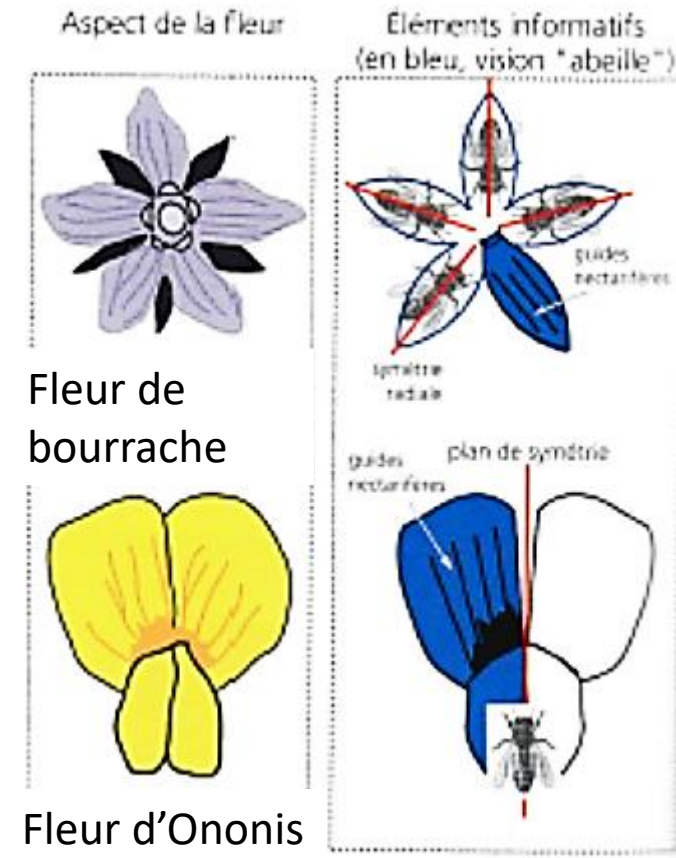
- Craig P. Burrows

# Diversité des couleurs : diversité de pigments

Type de molécules	Pigments	Couleurs	Localisation	Solubilité	Exemples
<b>Terpénoïdes</b>  	Caroténoïdes 	Jaune, orange	Plastes	Dans les lipides	Violaxanthine (violette) 
<b>Flavonoïdes</b> Squelette de base : flavane 	Anthocyanes 	Bleu, pourpre, rouge, rose	Vacuoles	Dans l'eau	Pélargonidine (Pélargonium) 
<b>Alcaloïdes</b>	Bétalaïnes 	Pourpre, jaune			Amaranthine (amarante) glucuron glucosyl 

# Symétrie de la fleur et vision de l'insecte

La zygomorphie semble présenter  
un avantage sélectif pour la  
pollinisation entomophile



# Exercice : signification changement couleur ?

- Fleur non fécondée et fleur fécondée de couleur différente



# Nectaire et production de nectar

Nectaire = glande sécrétrice de nectar

Nectar = liquide sucré : glucose, fructose, saccharose

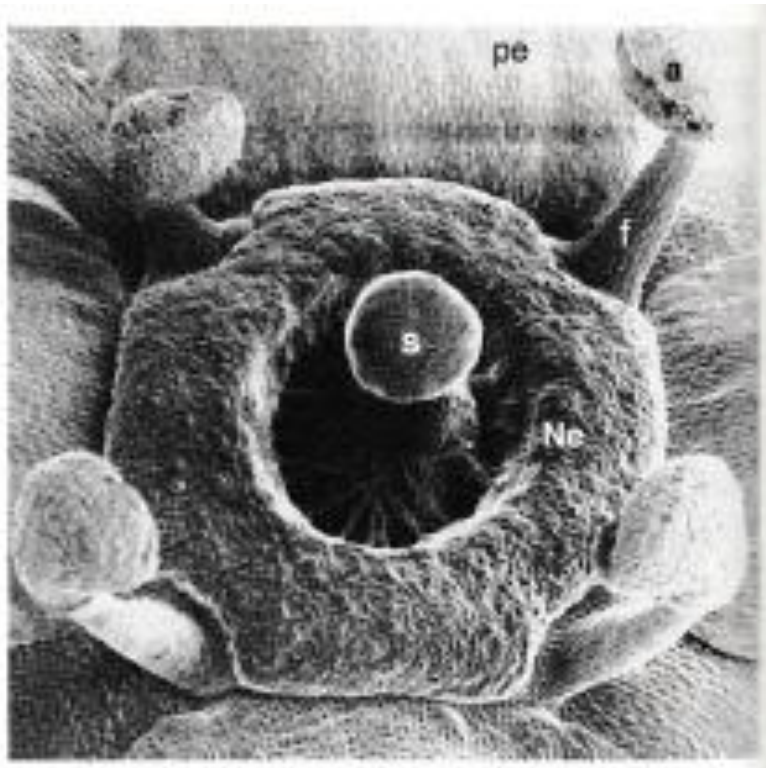


Tableau V-3 : Composition des sucres du nectar chez quelques espèces de Rosacées et de Légumineuses.

Espèces	fructose*	glucose*	saccharose*
<i>Rosacées</i>			
Poirier	42	54	4
Cerisier	23	21	56
Prunier	35	34	31
<i>Légumineuses</i>			
Robinier faux acacia	34	10	56
Trèfle rampant	13	16	71

Les pourcentages respectifs des trois sucres dans le nectar permettent d'expliquer la fidélité d'un pollinisateur à la plante pollinisée.

(Simplifié d'après FAHN, 1979. In « *Secretory Tissues in Plants* », Academic Press, p. 104).

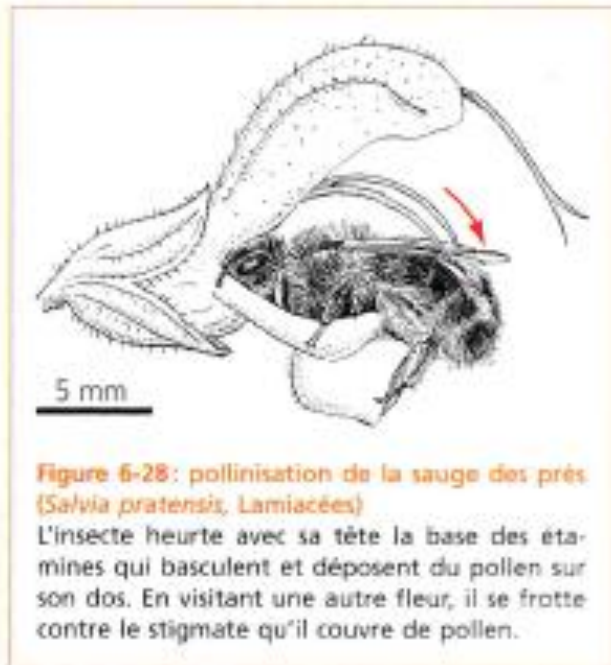
Pétales réduits à de petits cornets nectarifères

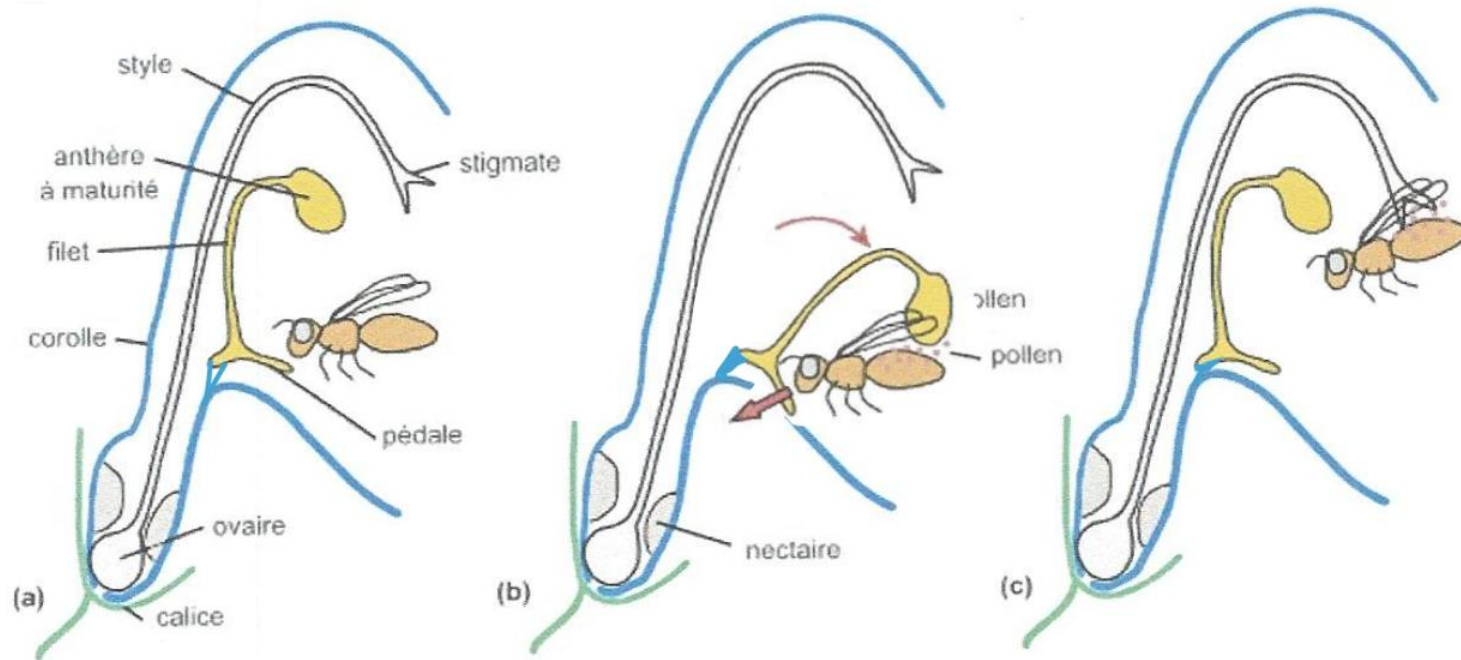


Fleur d'hellébore

# Un exemple célèbre : la pollinisation de la sauge (Lamiacées)

Demi-anthère transformée en pédale faisant basculer l'autre demi-anthère





Sauge

(a) un insecte butineur arrive dans la corolle de la sauge pour rechercher le nectar situé à la base des pétales. La fleur est à maturité mâle ; (b) en s'enfonçant dans la corolle, l'insecte appuie sur une «pédale» qui fait basculer l'anthère sur son dos : son thorax et son abdomen sont alors couverts de pollen ; (c) en visitant une fleur à maturité femelle (dont le style est moins turgescent), le dos de l'insecte effleure le stigmate et y dépose incidemment le pollen



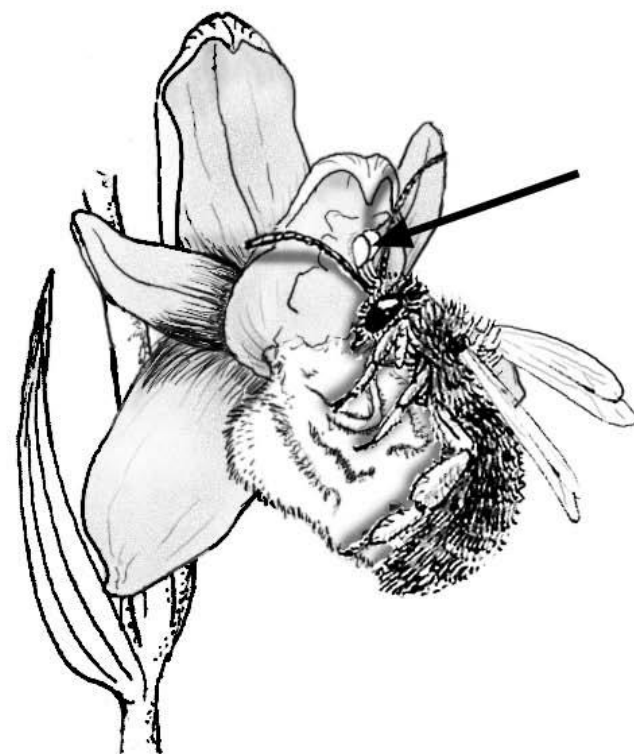
# L'attraction n'est pas toujours liée au nectar

Ophrys : attraction des insectes mâles liée à des molécules mimant les phéromones sexuelles femelles

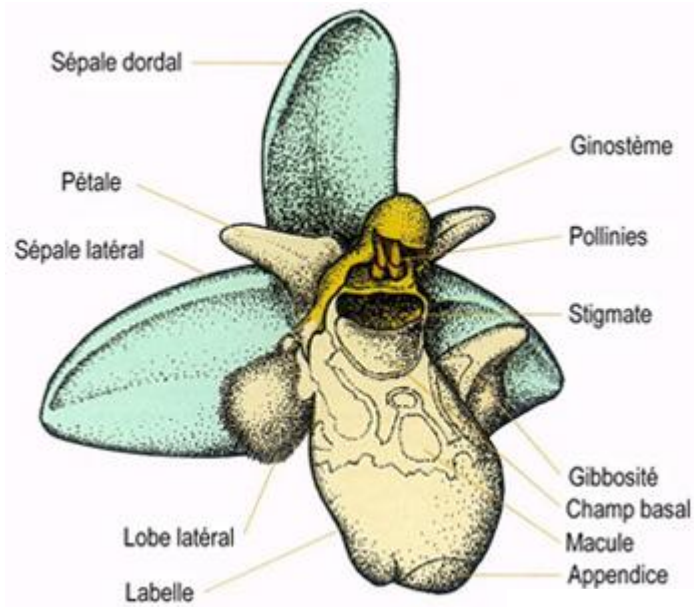




# Ophrys

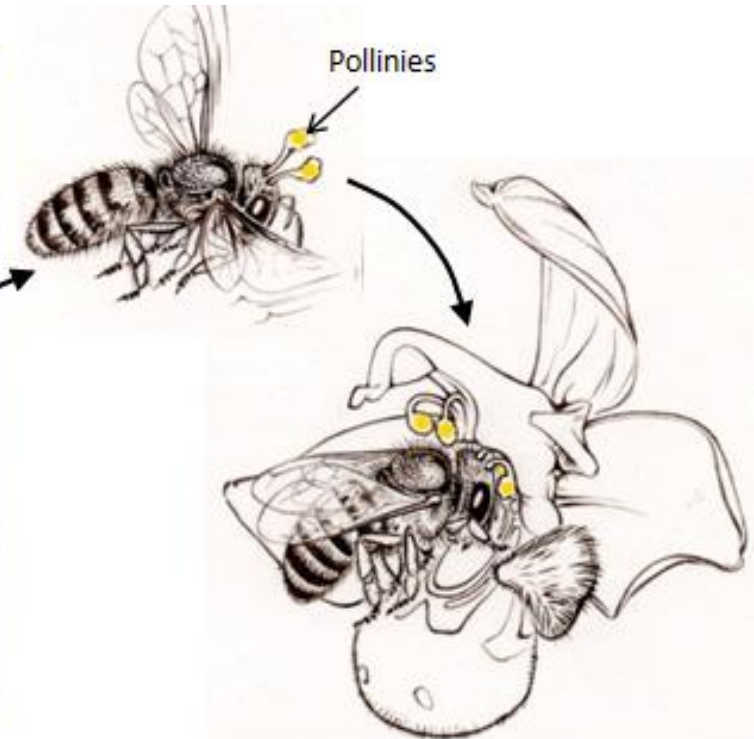


Leurre visuel et olfactif (la fleur produit les phéromones sexuelles femelles de l'insecte)  
Pseudocopulation



## Ex. 2 : Mimétisme sexuel chez l'Ophrys abeille

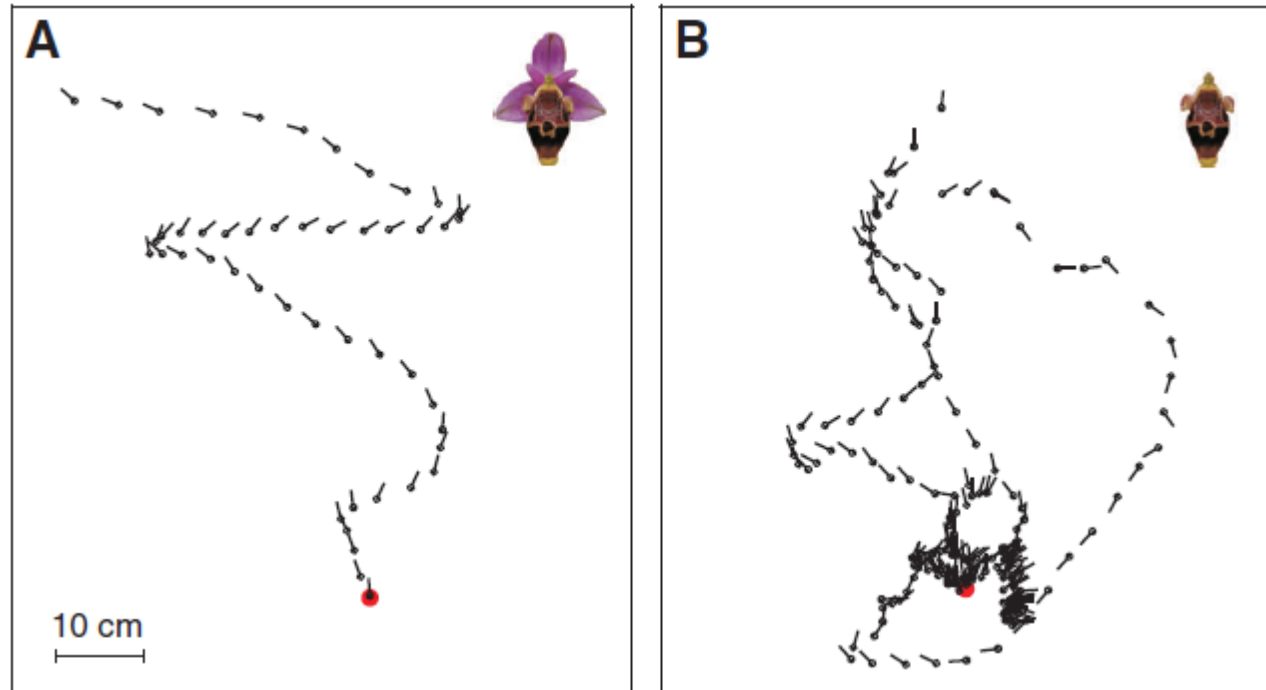
Le labelle (pétale modifié) mime l'abdomen d'une abeille => comportement de pseudo-copulation au cours duquel l'abeille se charge en pollen qu'elle transporte vers une autre fleur.



# Exercice : un exemple d'expérimentation d'attraction florale

Expérience : pollinisation d'une orchidée par un insecte

A : fleur non modifiée, B : même fleur (produisant les mêmes phéromones) mais dont le périanthe est partiellement coupé.





SPADICE  
(= inflorescence)

Appendice

Fleurs stériles

Fleurs mâles

Fleurs femelles

SPATHE

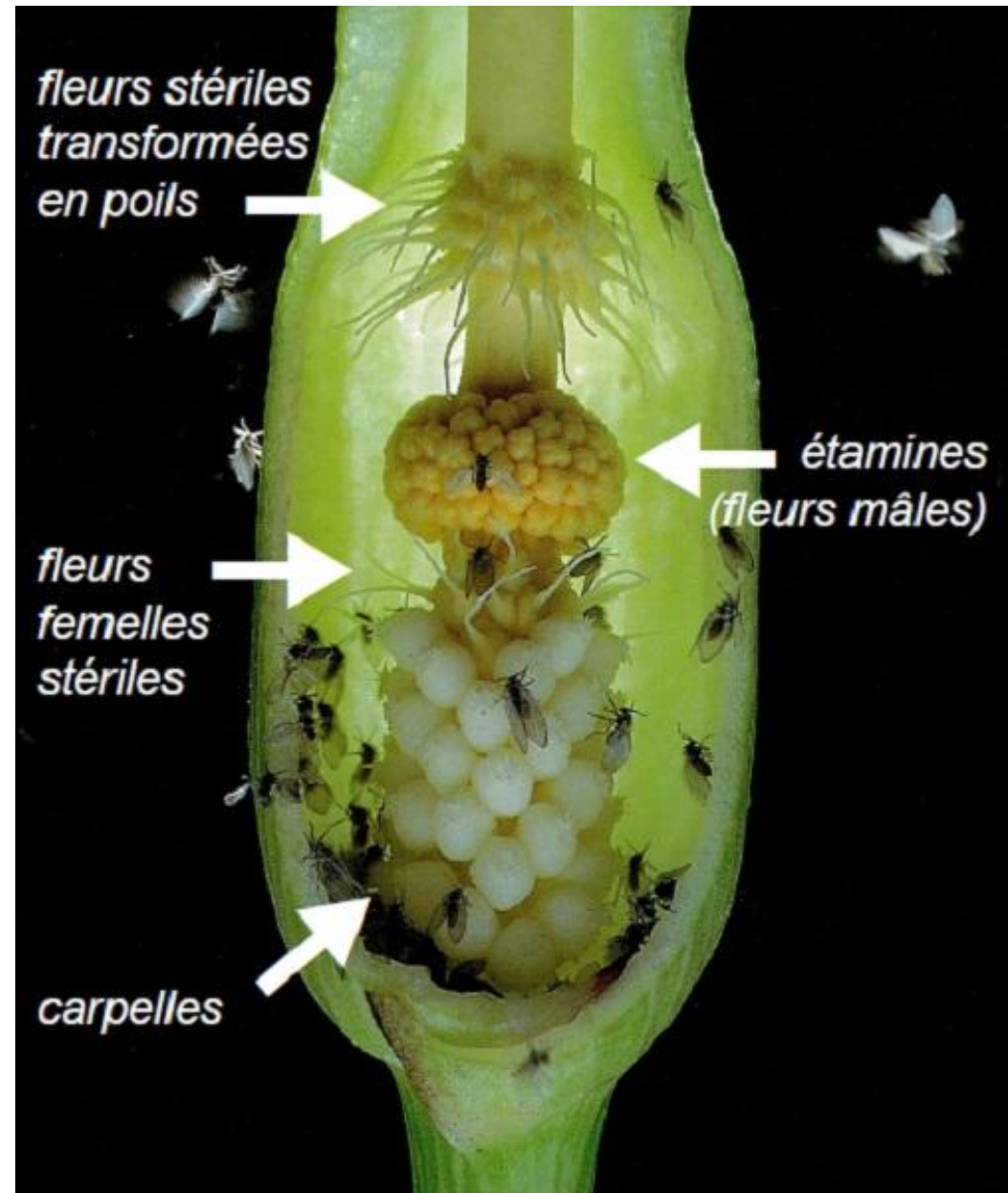
Constriction

Chambre florale



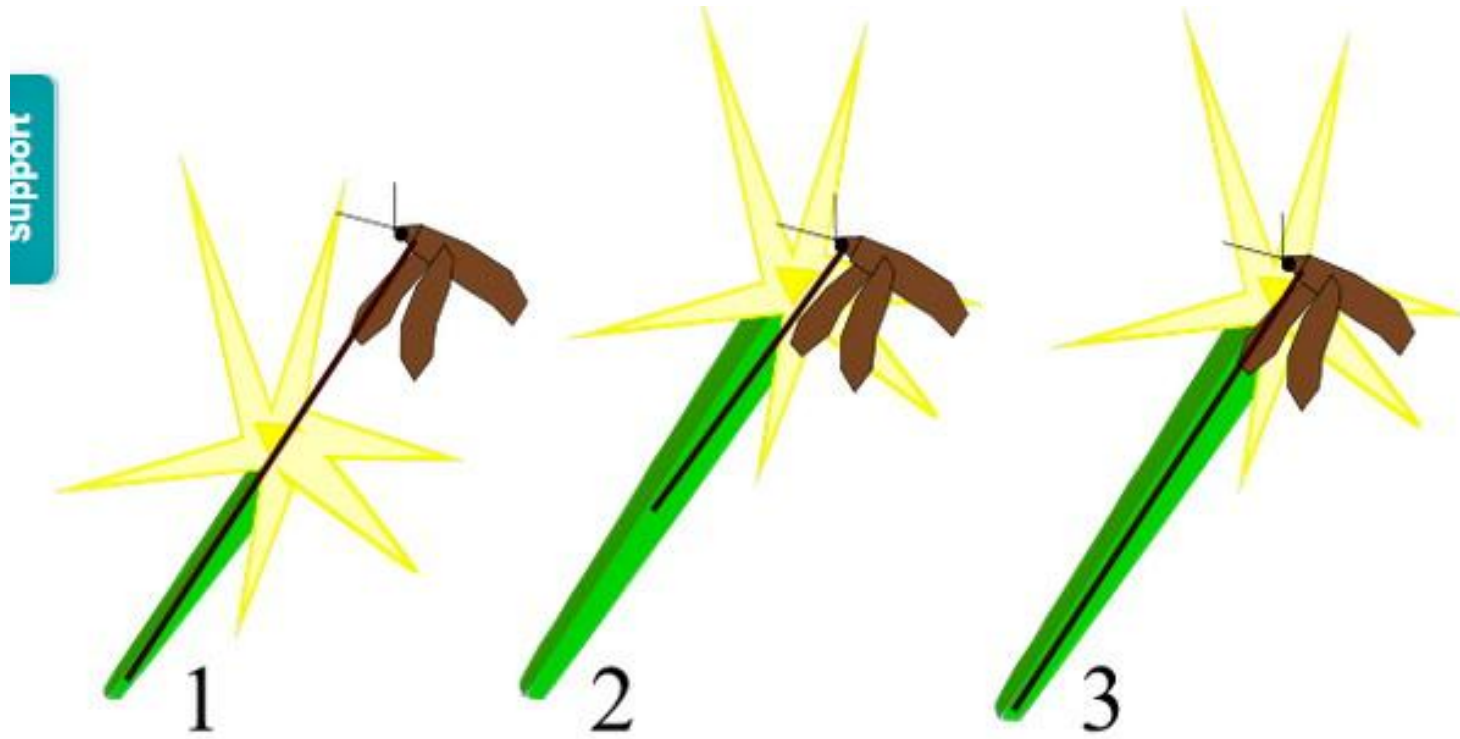
Spadice émet chaleur et odeur. L'insecte pénètre et pollinise les fleurs femelles puis est piégé par les fleurs stériles.

Ne peut en ressortir que plus tard, lorsque les fleurs mâles sont matures, ont libéré leur pollen et les fleurs stériles sont flétries.



# Relation plante insecte : une relation mutualiste

Notion de coévolution



1: This nectar tube is so short that the moth does not pick up pollen from the flower. These flowers die out. 2: The tongue of this moth is too short to feed on nectar at the bottom of the tube. These moths die out. 3: Only those moths with tongues long enough to reach nectar and those orchids with tubes long enough to ensure pollination survive.

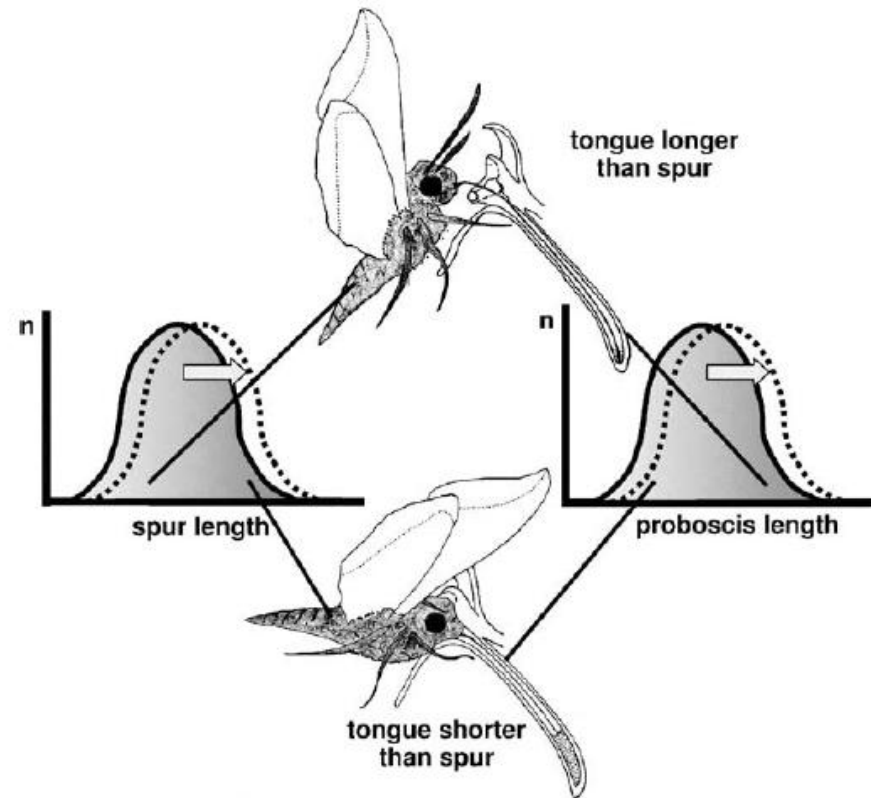
# Modèle de Darwin : coévolution plante insecte

sélection directionnelle. lien SV-K-1

Spur = épron

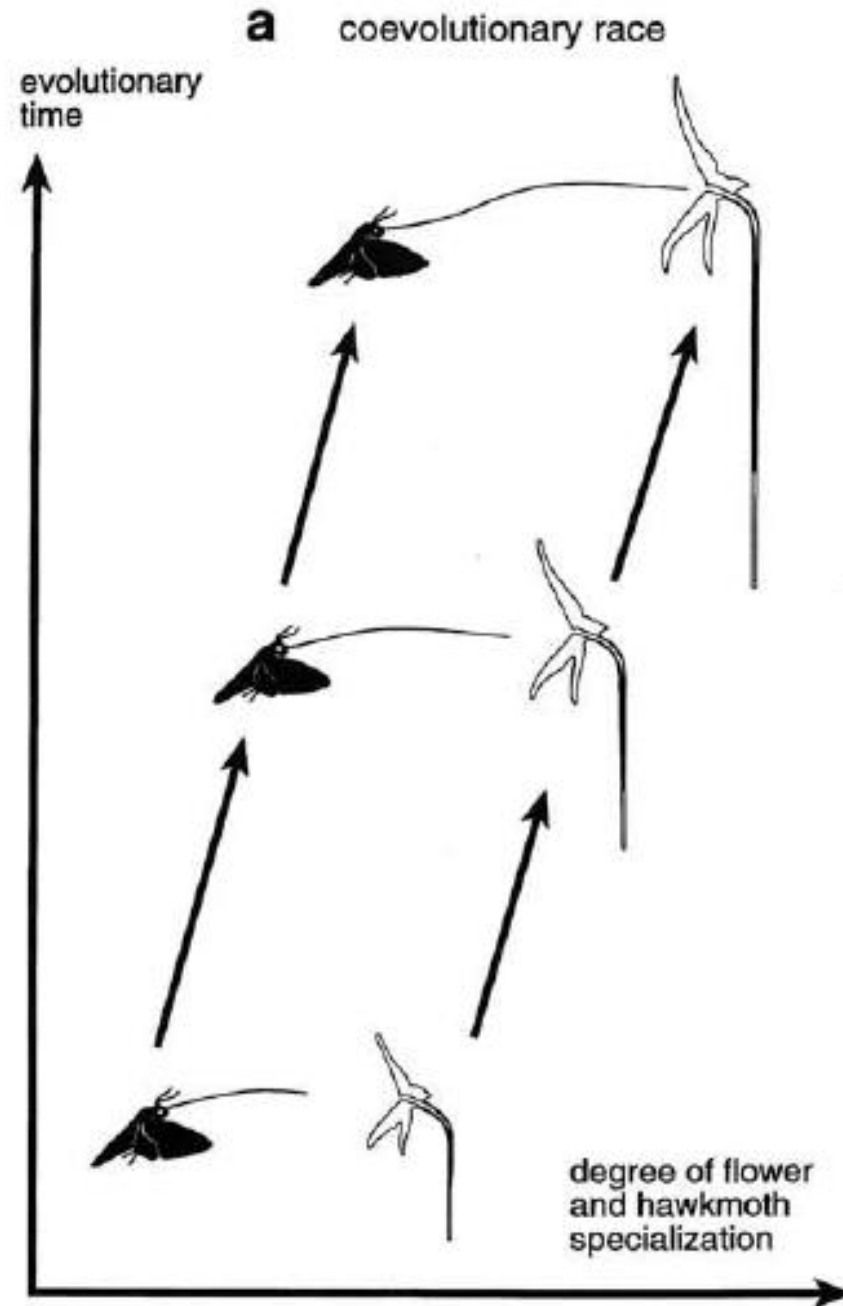
Tongue = langue

Proboscis = appareil  
buccal



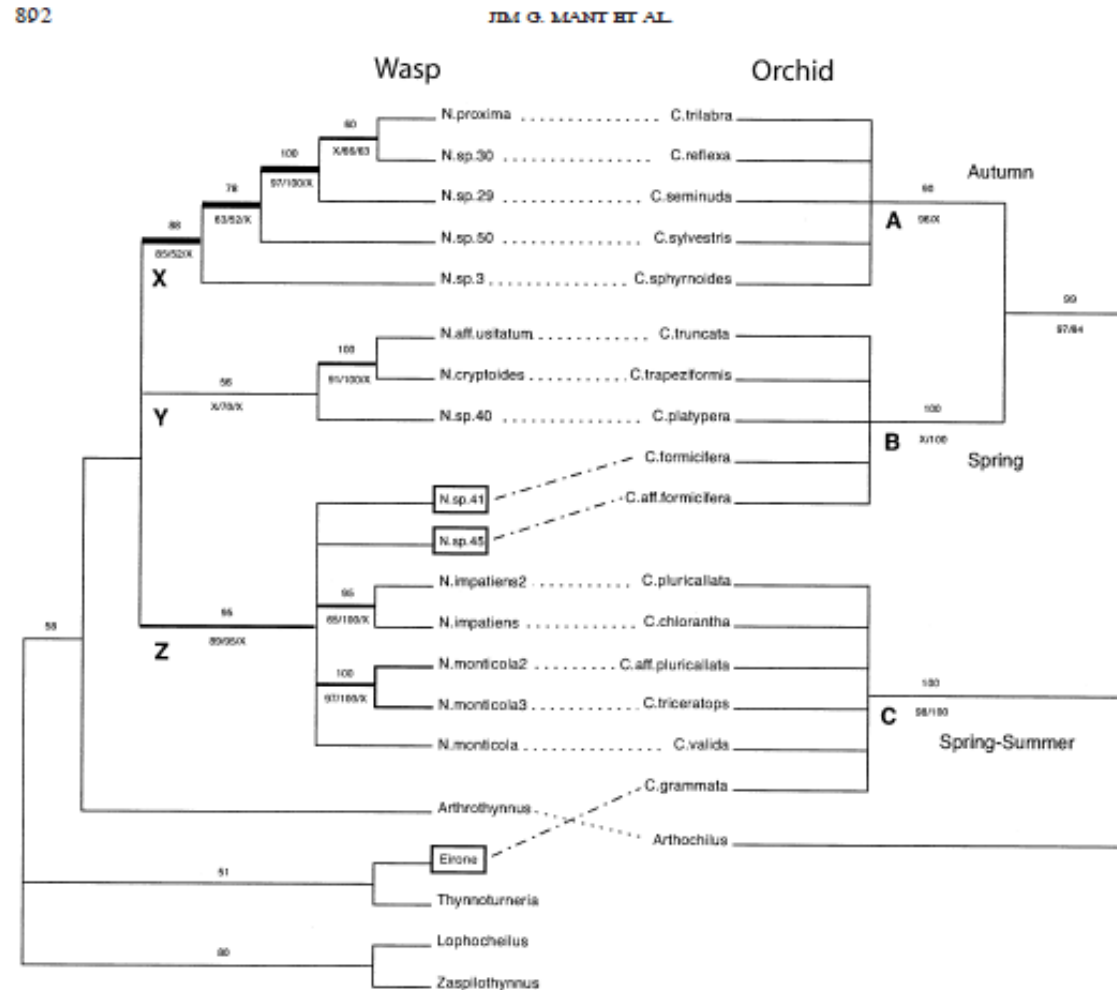
# Coévolution

Les exemples précédents (sauge, ophrys et arum) sont des exemples de coévolution. Idem ci-contre avec l'évolution de la taille de la trompe du pollinisateur et de la longueur du tube renfermant le nectar.



# Lien SV-K 2: coévolution et cospéciation

Lien SV-K-2 :  
phylogénie  
en miroir



# Transport du pollen par les animaux = zoogamie



Chéiroptérogamie

# Transport du pollen par les animaux = zoogamie

*Tarsipes rostratus*, un minuscule marsupial d'une dizaine de grammes qui se nourrit exclusivement de nectar et de pollen des *Banksia*. Des études ont montré que l'opossum à miel est même étroitement dépendant de ces protéacées : la densité de ses populations fluctue avec l'intensité de la floraison des *Banksia*.





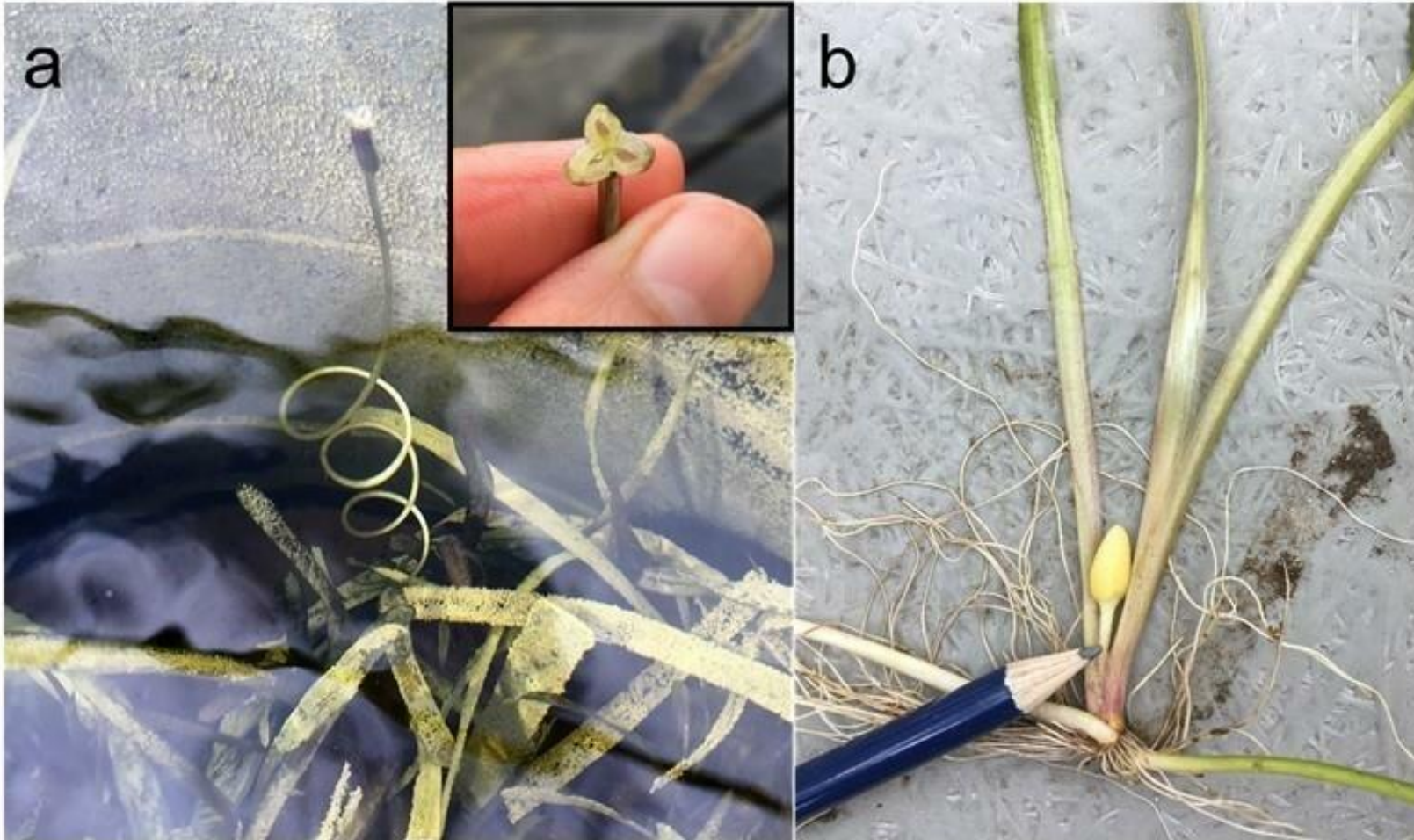
Ce loup d'Abyssinie, une espèce très rare de canidé, lèche l'inflorescence d'un tison de Satan, sur les hauts plateaux alpins du massif du Balé, en Éthiopie. Ce faisant, son museau se couvre de grains de pollen (cliché A. Lesaffre/S. Lai *et al.*, 2024 – Ecology/CC).

**Pollinisation thérophile** (transport du pollen par les mammifères)



Pollinisation ornithophile transport  
du pollen par les oiseaux

# Transport du pollen par l'eau = hydrogamie



*Vallisneria americana*  
sexual reproductive  
organs a) female  
(pistillate) flower  
reaching the water  
surface for  
pollination, b) male  
(staminate) flower  
capsule.

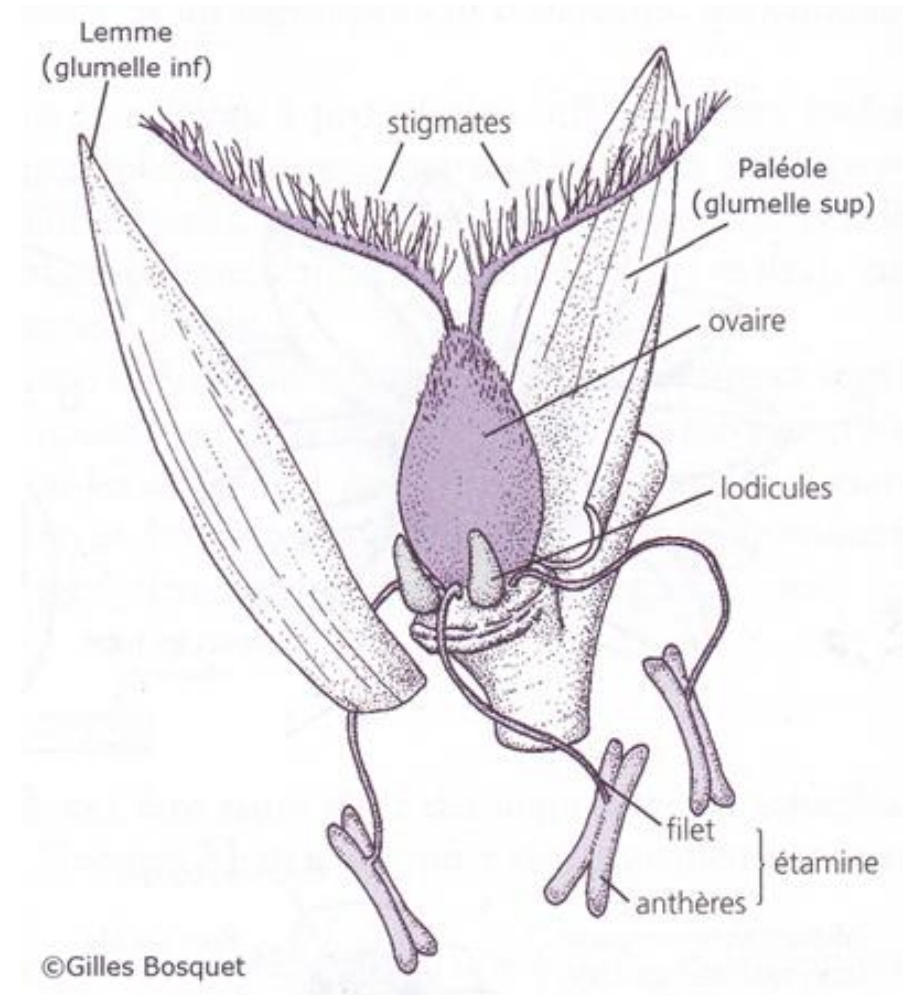
# Pollinisation anémophile = anémogamie

Adaptation de la fleur à la pollinisation anémophile



# Exemple : fleur de Poacées

Fleur de  
Poacées :  
(*Melica*)



Riz (*Oryza sativa*, Poacées).



# Anémogamie : type dérivé chez les angiospermes

Bilan :

Réduction des pièces stériles

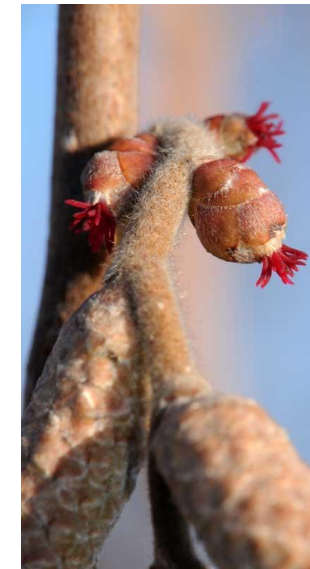
Etamines pendantes (exposées au vent)

Stigmates plumeux (augmente la surface de capture)

Pollen de petite taille peu ornementé à lisse et très abondant



Adaptation au manque de pollinisateurs

Arbres à chatons



# Comparaison anémogamie / entomogamie

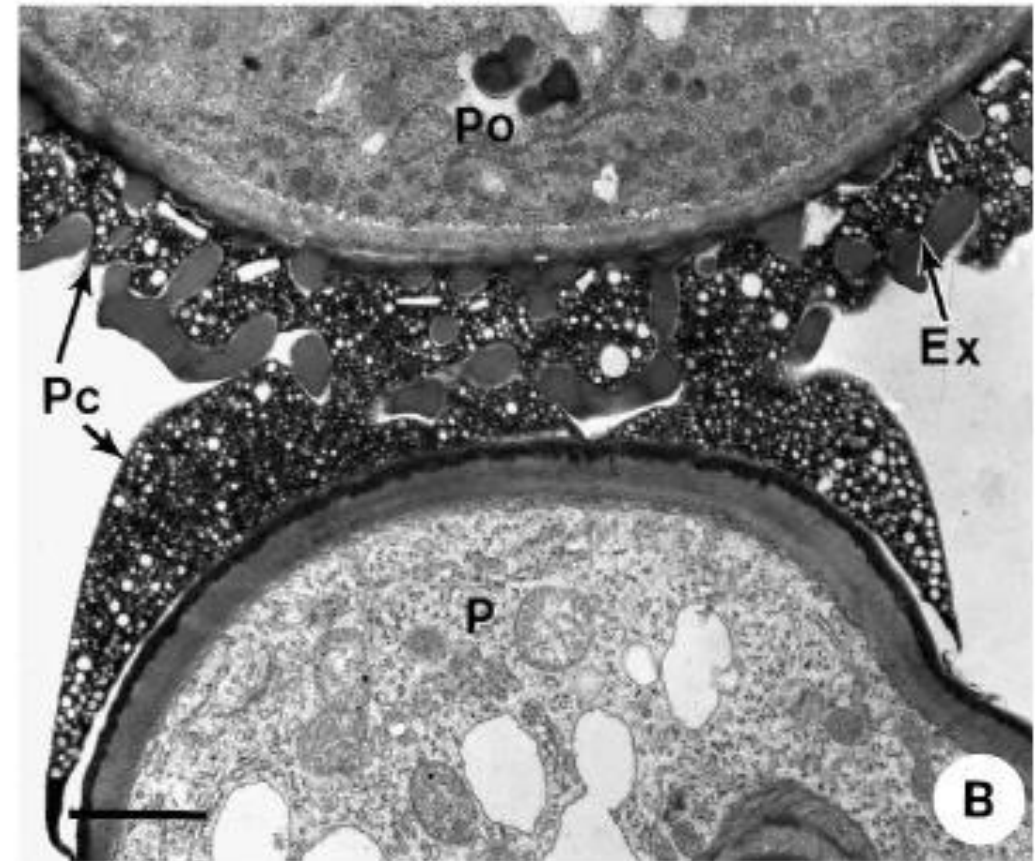
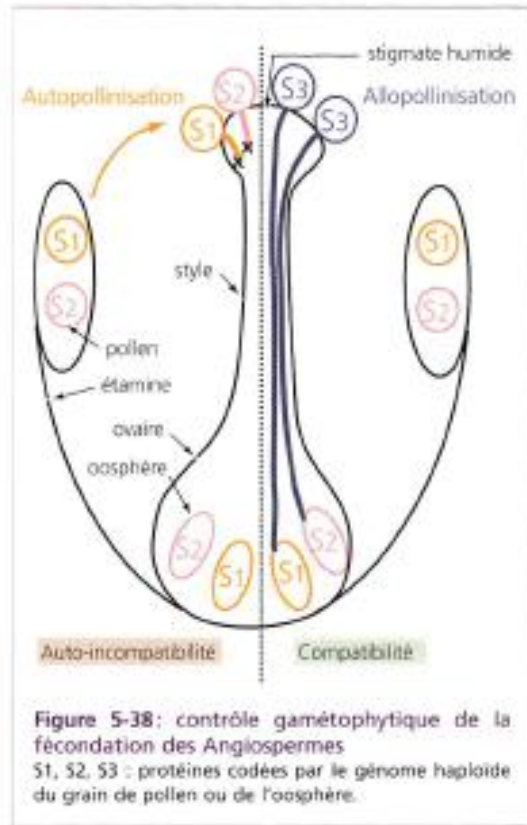
Tableau 5-2: comparaison des caractères de fleurs anémophiles et entomophiles

	Fleur anémophile	Fleur entomophile
Exemples	 <p>Poa (Poacées)</p>	 <p>Ophrys (Orchidacées)</p>
Morphologie	Fleur discrète, tème, sans parfum, ni odeur, ni nectar. Étamines exposées au vent, stigmates plumeux	Fleur voyante petite en inflorescence ou grande et isolée, de formes très diverses. Couleurs vives, parfum, odeur, nectar (cf. chapitre 6)
Pollen	Production d'une grande quantité de petits grains de pollen lisses dispersés à grande distance	Production plus réduite de gros grains de pollen à exine très ornementée adhérent au pollinisateur. Dispersion à courte distance
Type de végétaux	Anémophilie fréquente chez les plantes monoïques (arbres en particulier)	Entomophilie fréquente chez les plantes dioïques et hermaphrodites

## e. Fécondation

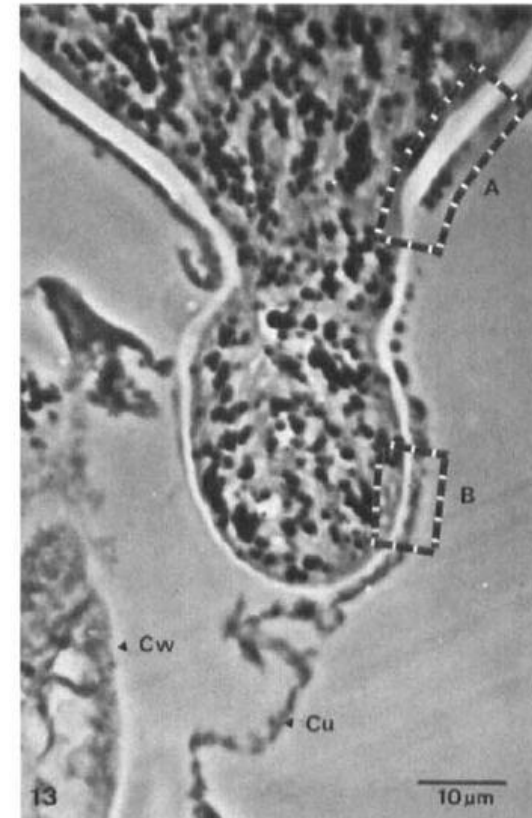
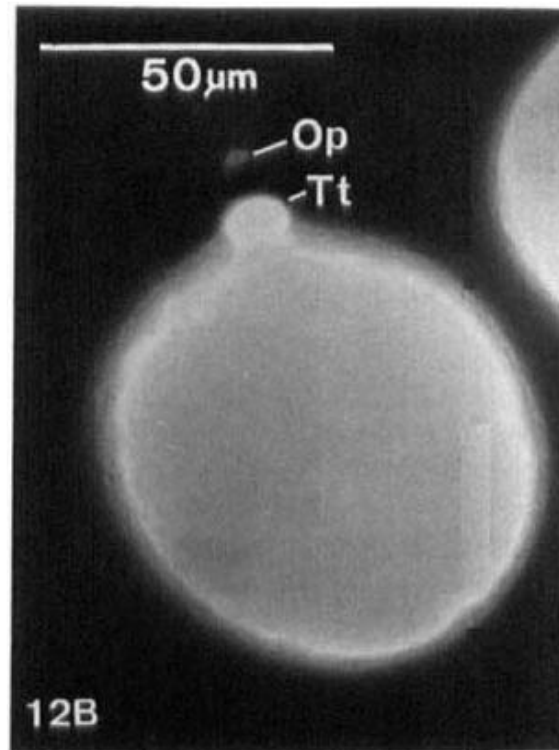
Rappel SV-F : auto-incompatibilités polliniques

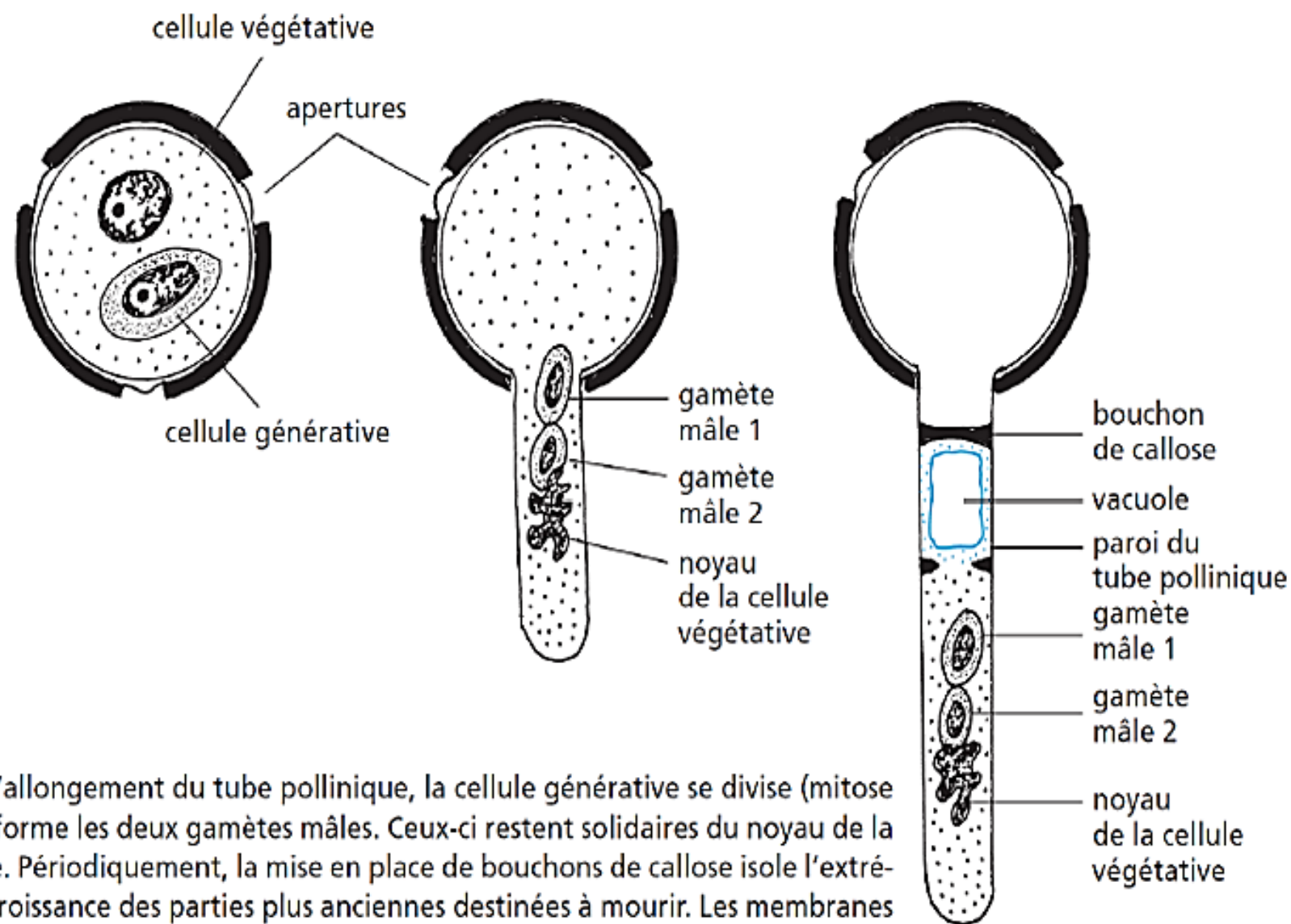
Image : interaction pollen (Po) stigmate (P), Pc : manteau pollinique



# Germination du pollen sur le stigmate

Hydratation : gonflement et éclatement au niveau d'un pore (Op = opercule projeté en avant) : sortie du tube pollinique (Tt)

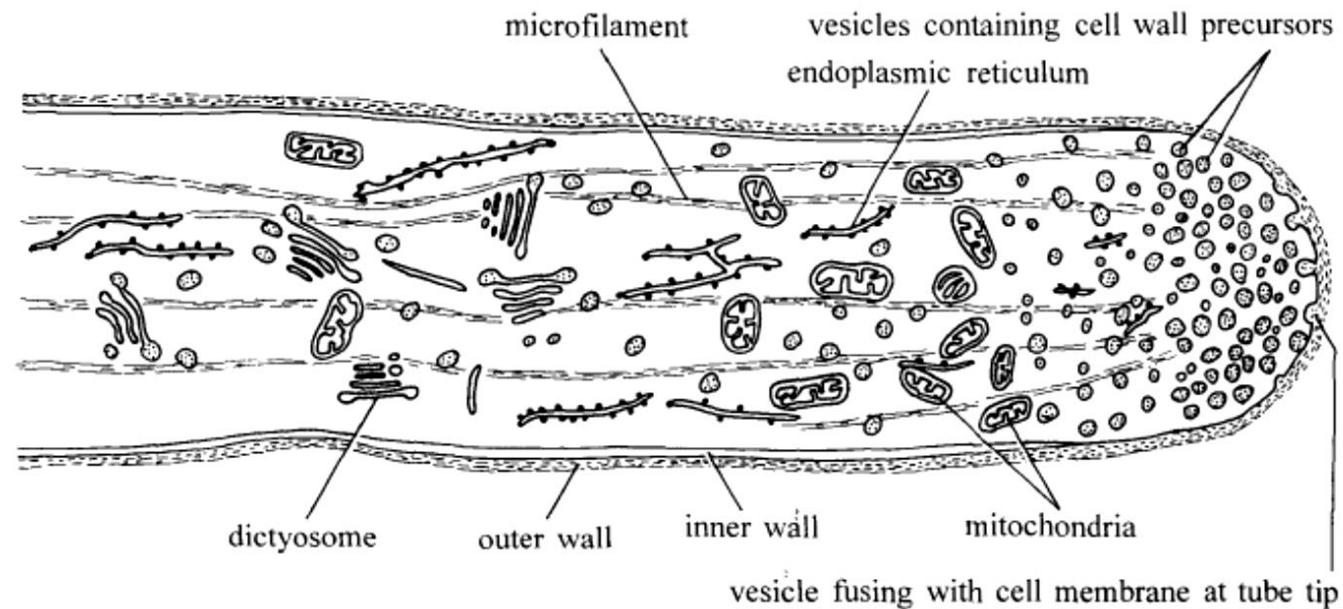




Dès le début de l'allongement du tube pollinique, la cellule générative se divise (mitose gamétogène) et forme les deux gamètes mâles. Ceux-ci restent solidaires du noyau de la cellule végétative. Périodiquement, la mise en place de bouchons de callose isole l'extrémité vivante en croissance des parties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

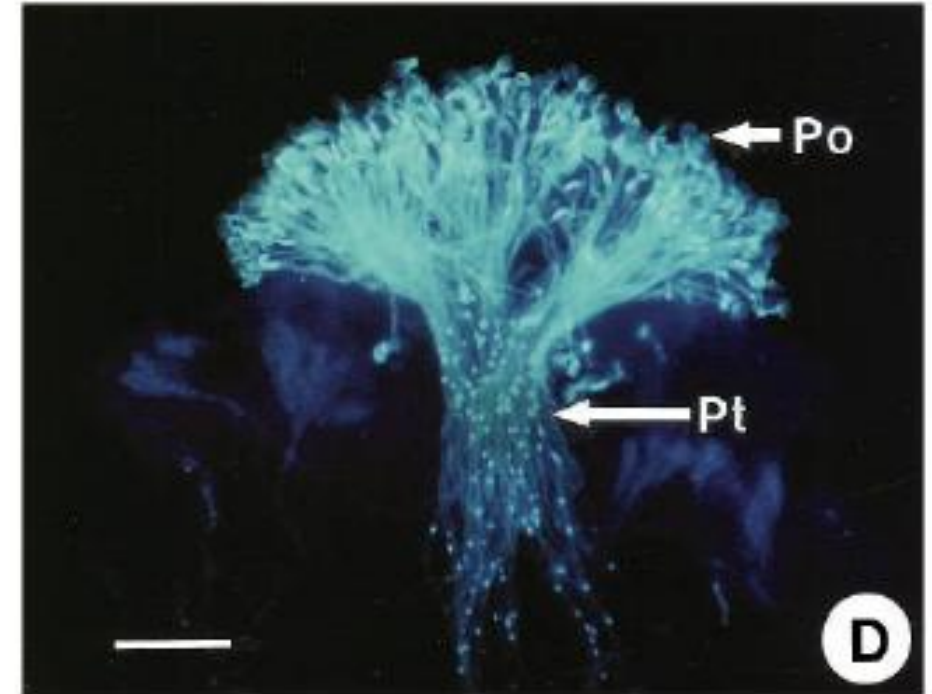
# Germination et croissance du tube pollinique

Po : pollen, Pt : tube pollinique



**Figure 1.** The Growing Region of the Pollen Tube.

A diagrammatic median longitudinal section through the tip region of a growing pollen tube shows wall structure and distribution of organelles (not drawn to scale).



# Croissance grâce aux molécules fournies par le style

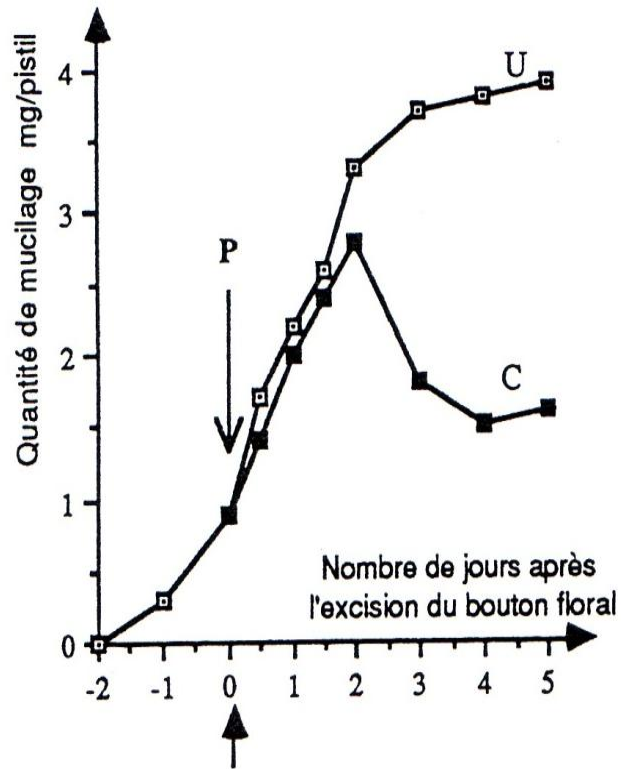


Fig. 3

Quantités de mucilage extrait exprimées en mg de sucres par pistil, en fonction du stade de maturité.

P : jour où est effectuée la pollinisation.  
U : pistils non pollinisés.  
C : pistils pollinisés.  
0 : jour d'ouverture de la fleur

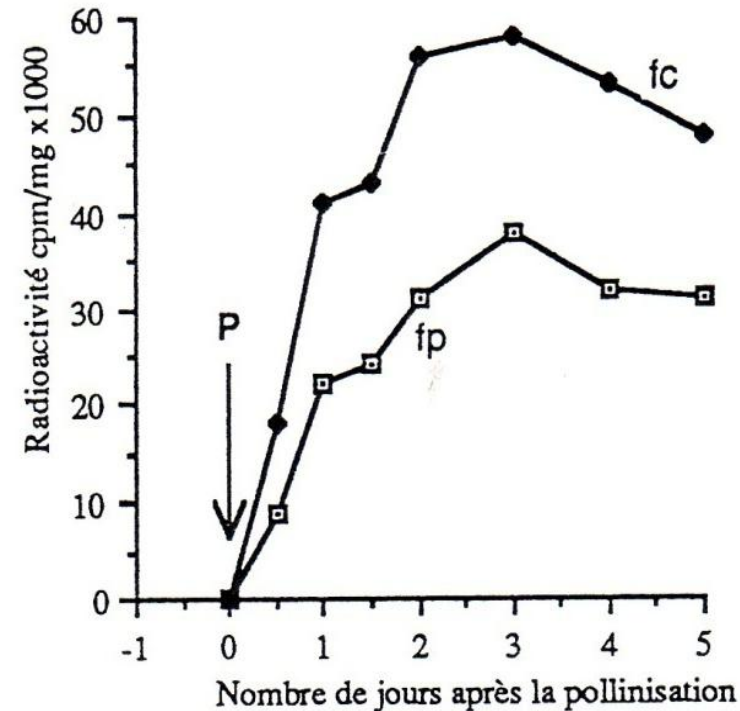


Fig. 4.

Quantités de radioactivité mesurées dans les fractions cytoplasmique et pariétale des tubes polliniques. L'incorporation de myoinositol radioactif est réalisée sur pistil excisé un jour avant pollinisation.

P : jour où est effectuée la pollinisation.  
fc : fraction cellulaire.  
fp : fraction pariétale.

# Croissance grâce aux molécules fournies par le style

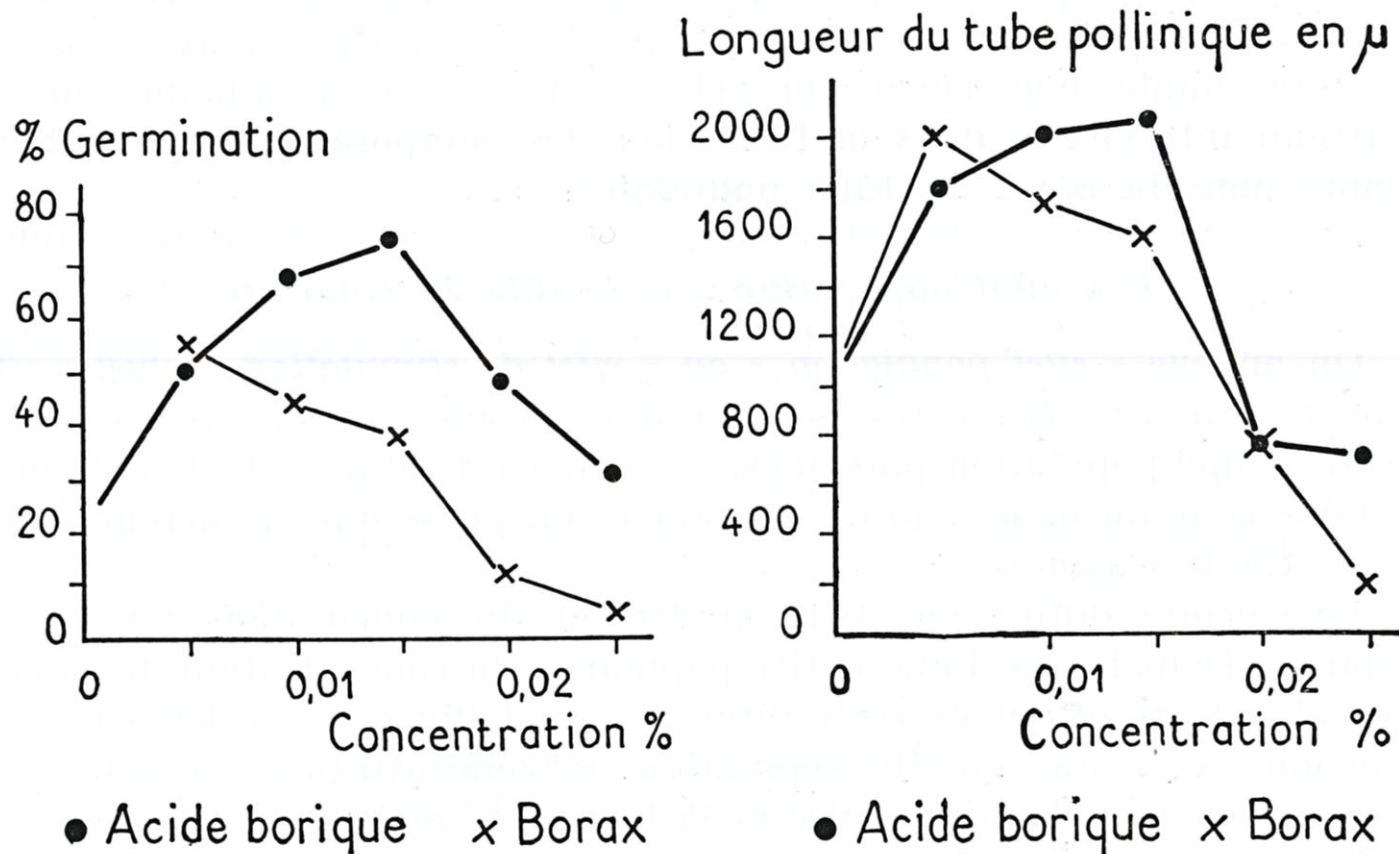
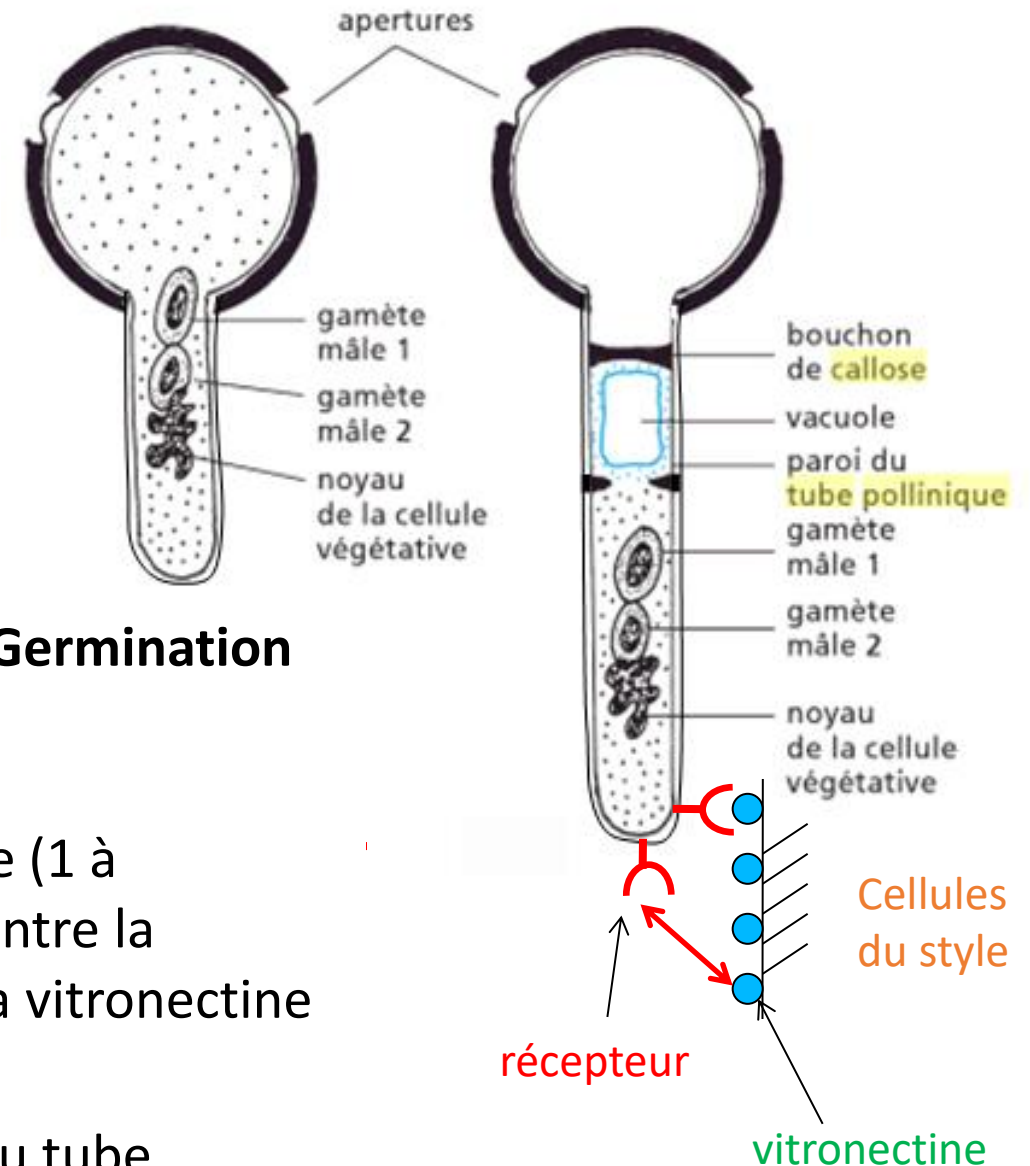
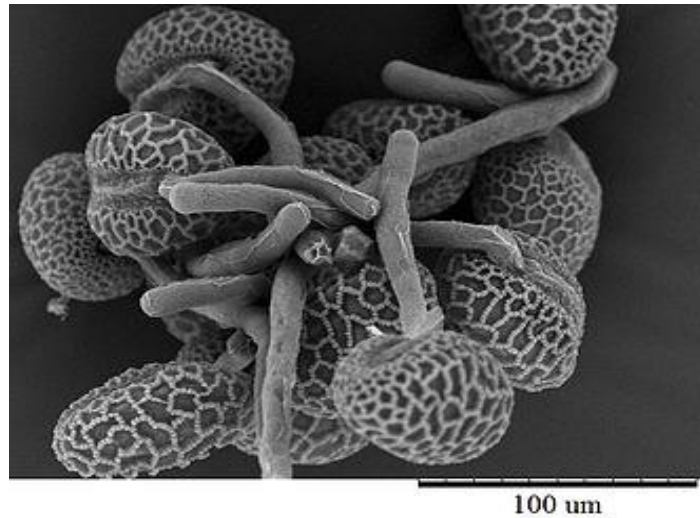


FIG. 270. — Action du bore sur le taux de germination du pollen du *Brassica nigra*, à gauche. Action du bore sur la croissance du tube pollinique, à droite (d'après I.K. VASIL, 1964).

# Germination du grain de pollen et croissance vectorielle du tube pollinique



**Réhydratation** du pollen à la surface du stigmate => **Germination**

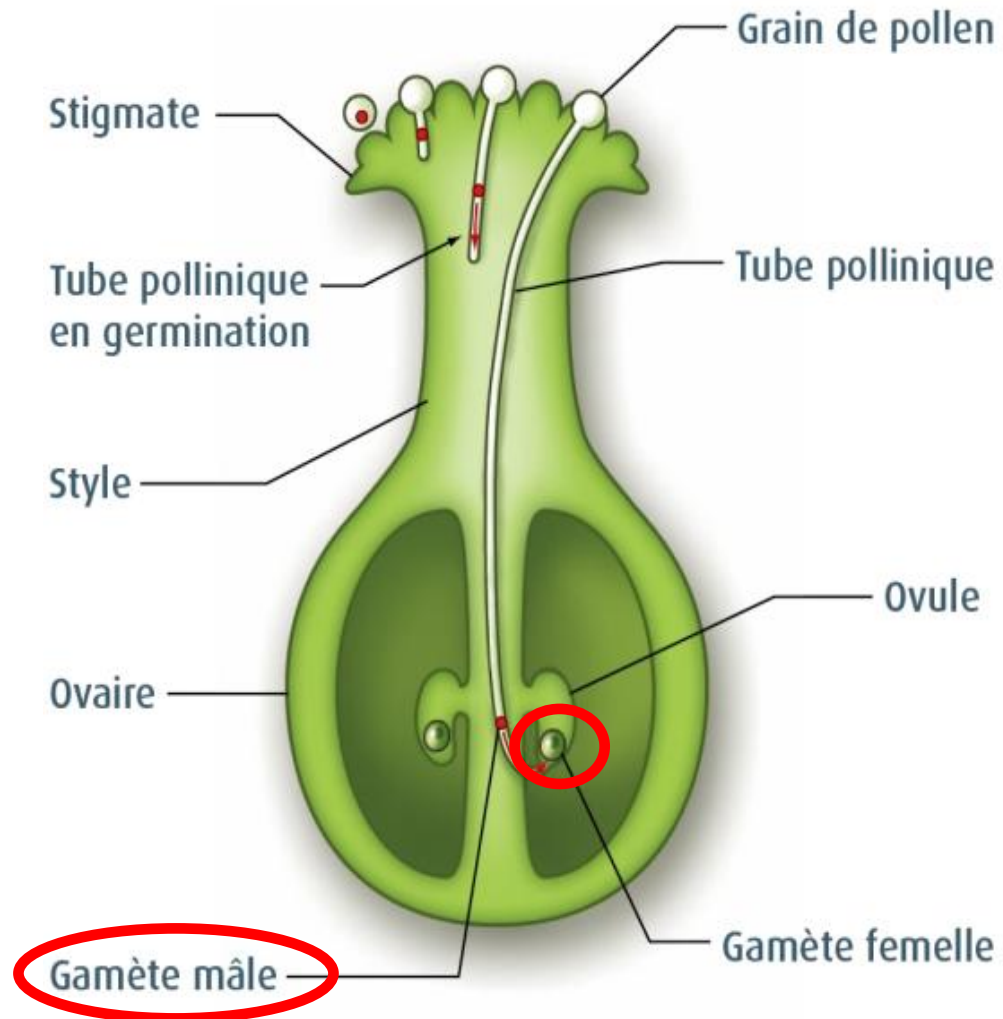
= émergence d'un tube par une aperture

**Croissance orientée du tube dans les tissus du style**

(attaque enzymatique de la paroi des cellules), rapide (1 à 10mm/h), **guidée** par des interactions moléculaires entre la **vitronectine** de la MEC du style et des récepteurs à la vitronectine (intégrines) situés sur la membrane du tube

Des **bouchons de callose** isolent l'extrémité vivante du tube

# Une rencontre des gamètes à l'abri du milieu aérien



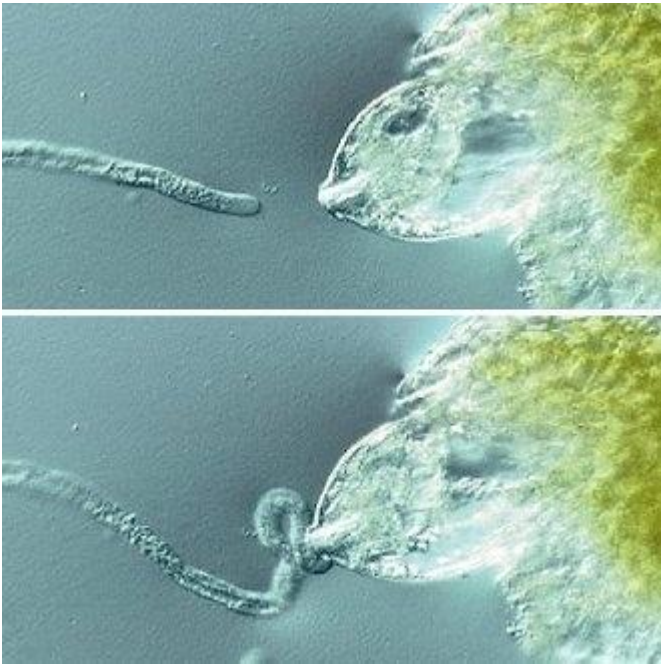
**Attraction** du tube pollinique par des substances chimiques produites au niveau du micropyle de l'ovule et par les synergides

Acheminement des gamètes mâles jusqu'au sac embryonnaire dans un tube copulateur=

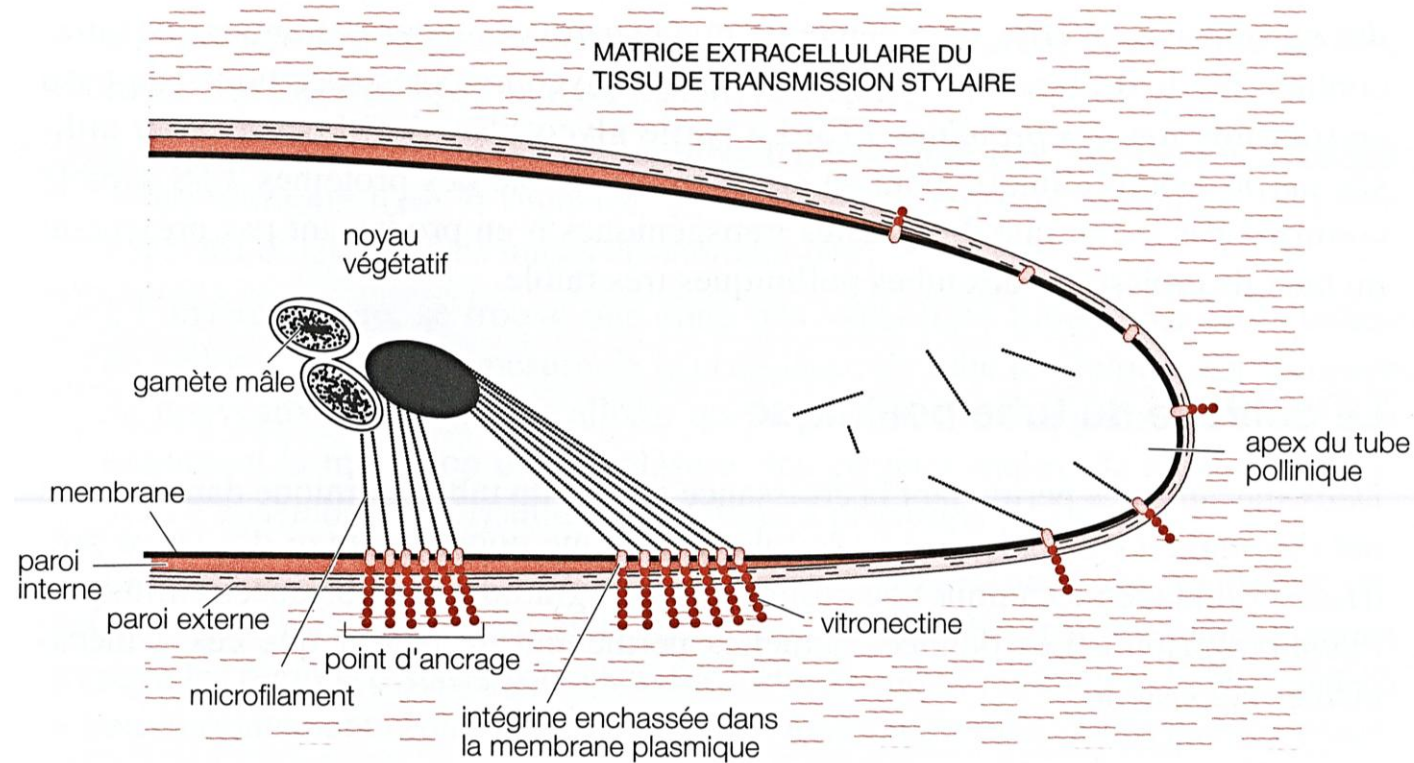
**Siphonogamie**

⇒ indépendance vis-à-vis de l'eau

Guidage mécanique puis guidage par chimiotactisme et  
Entrée dans l'ovule puis vers le sac embryonnaire



# Guidage mécanique puis guidage par chimiotactisme et Entrée dans l'ovule puis vers le sac embryonnaire



**Fig. V.7. Modèle de croissance guidée du tube pollinique dans le tissu de transmission.**— À l'apex, le cytosquelette est désorganisé, les intégrines sont peu denses et certaines ne sont pas liées à des vitronectines. Elles peuvent diffuser dans la membrane plasmique. En arrière de l'apex, le cytosquelette est très organisé, les intégrines sont regroupées et fortement liées au cytosquelette et aux vitronectines. Les intégrines sont peu mobiles dans la membrane plasmique. (Modifié d'après Lord et Sanders, *Developmental Biology*, 153, 1992, pp. 16–28.)

# Guidage mécanique puis guidage par chimiotactisme et Entrée dans l'ovule puis vers le sac embryonnaire

— le test dit « en surface ». A la surface d'un milieu de culture solidifié, les grains de pollen sont déposés à quelques millimètres du fragment d'organe, ou d'un extrait de cet organe, dont on veut mettre en évidence l'action chimiotropique (fig. 269, A).

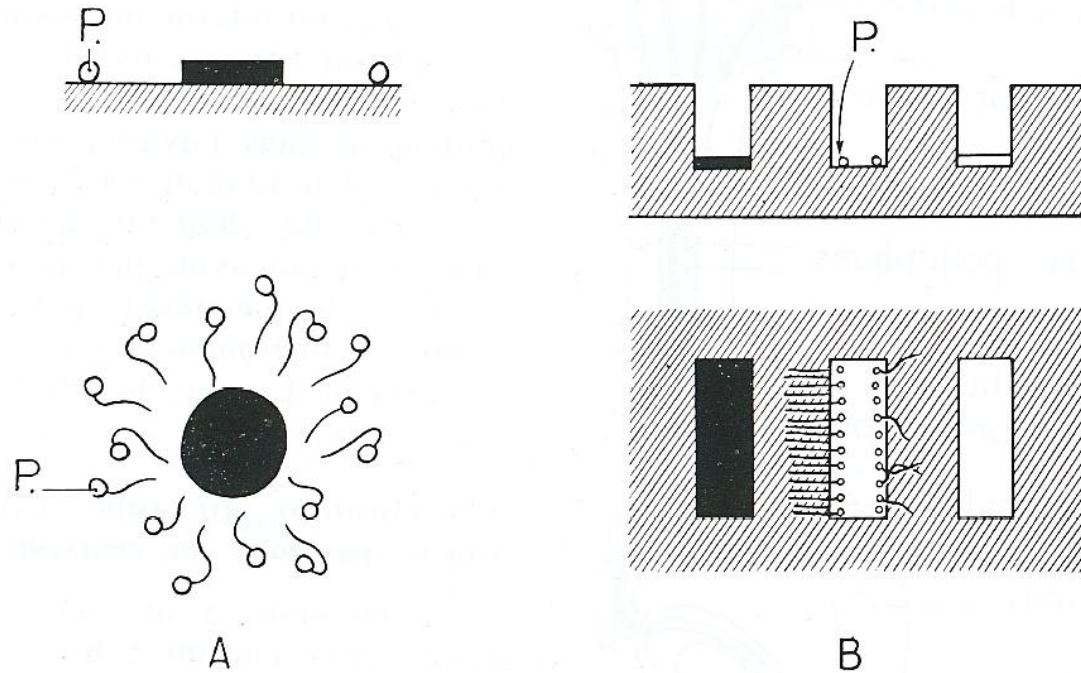
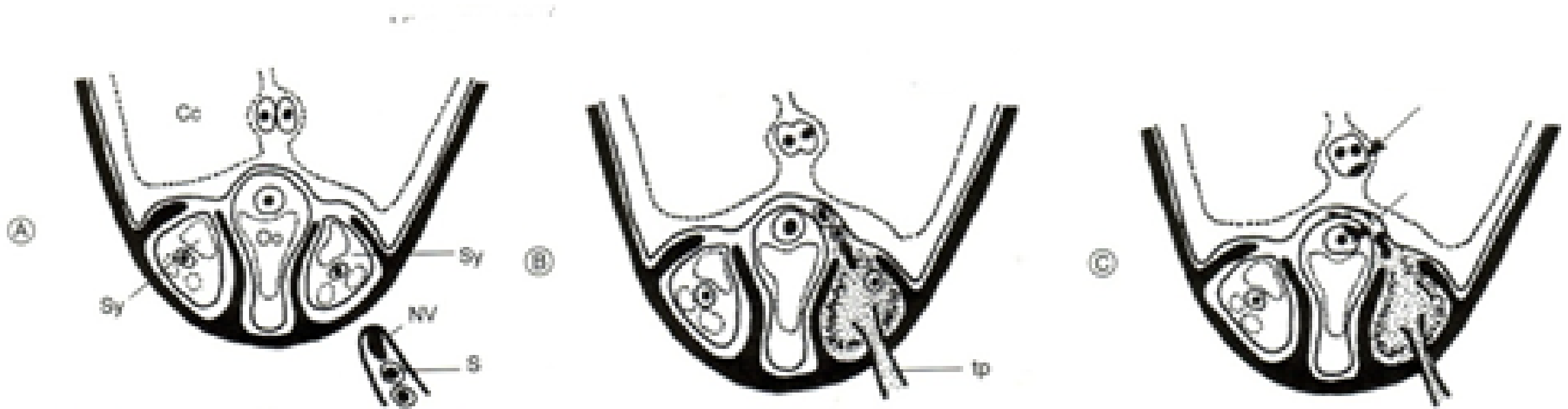


FIG. 269. — A : test « en surface » d'un chimiotropisme des tubes polliniques ;  
B : test « en dépression ».

— le test dit « en dépression ». Dans trois dépressions creusées dans un bloc de gélose nutritive on dépose : des grains de pollen au fond de la dépression médiane, les organes ou l'extrait à éprouver dans une des dépressions latérales, d'autres organes ou d'autres extraits, que l'on sait inactifs et qui serviront de témoins, dans la deuxième dépression latérale

# Décharge pollinique

Tube pollinique au niveau des synergides



# Bilan

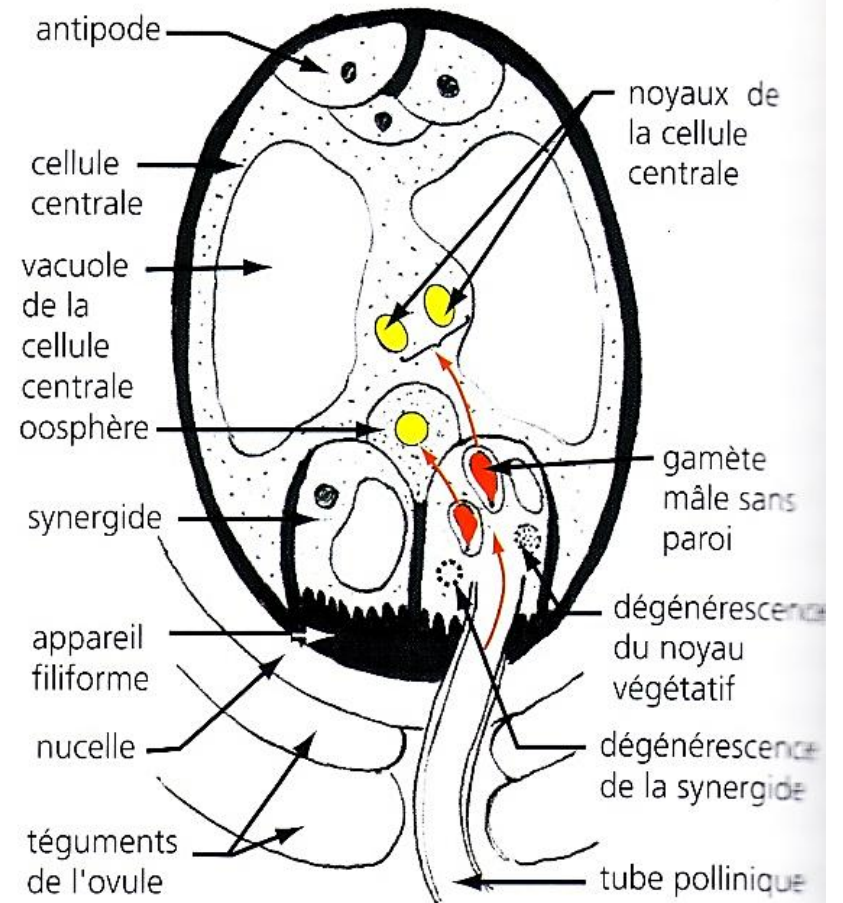
Deux œufs :

Zygote principal : donnera la plantule après DE

Zygote accessoire : donnera l'albumen

**Siphonogamie** (commune aux angiospermes et pinophytes.

**Double fécondation** spécifique aux angiospermes.



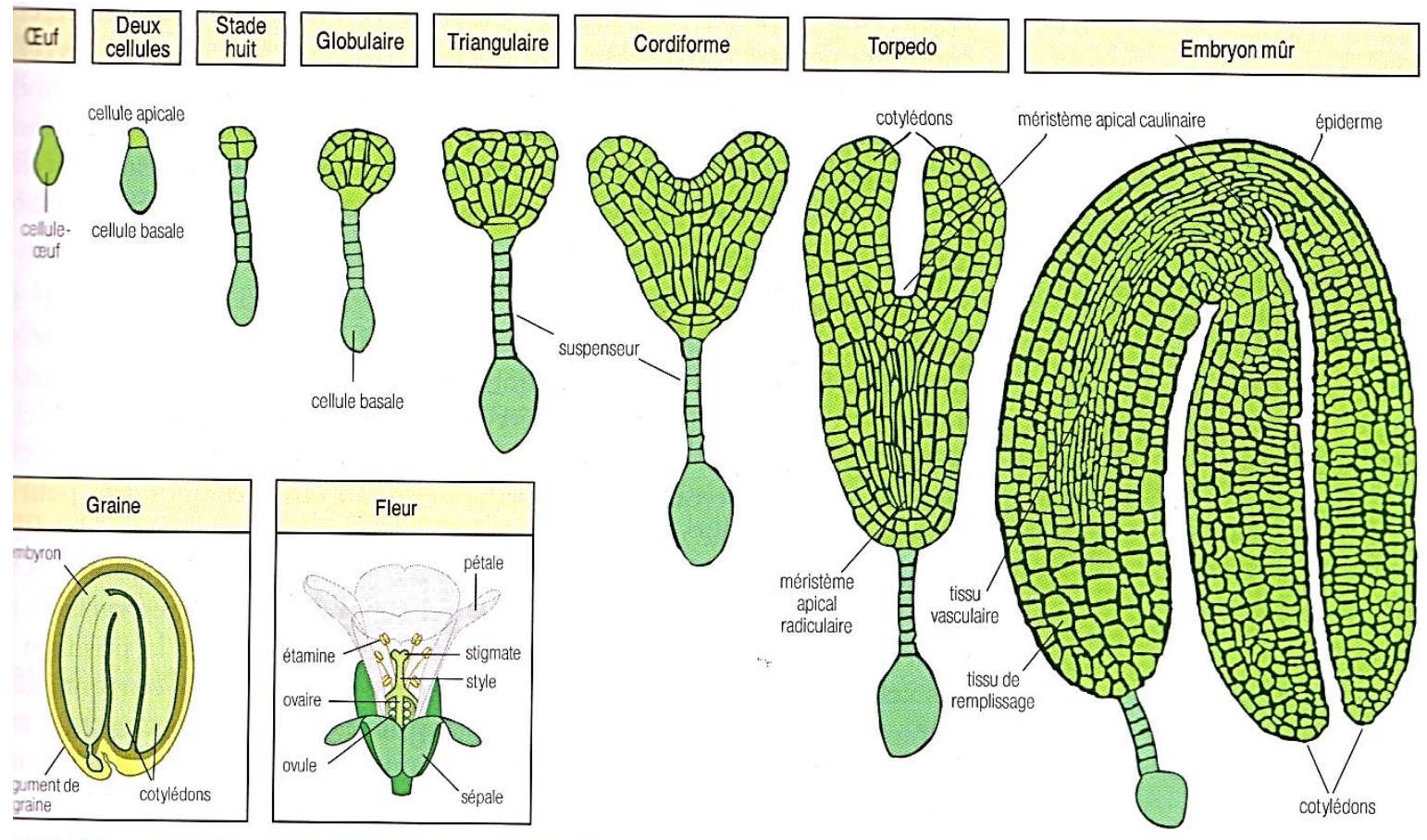
**Figure 5-21 :** double siphonogamie

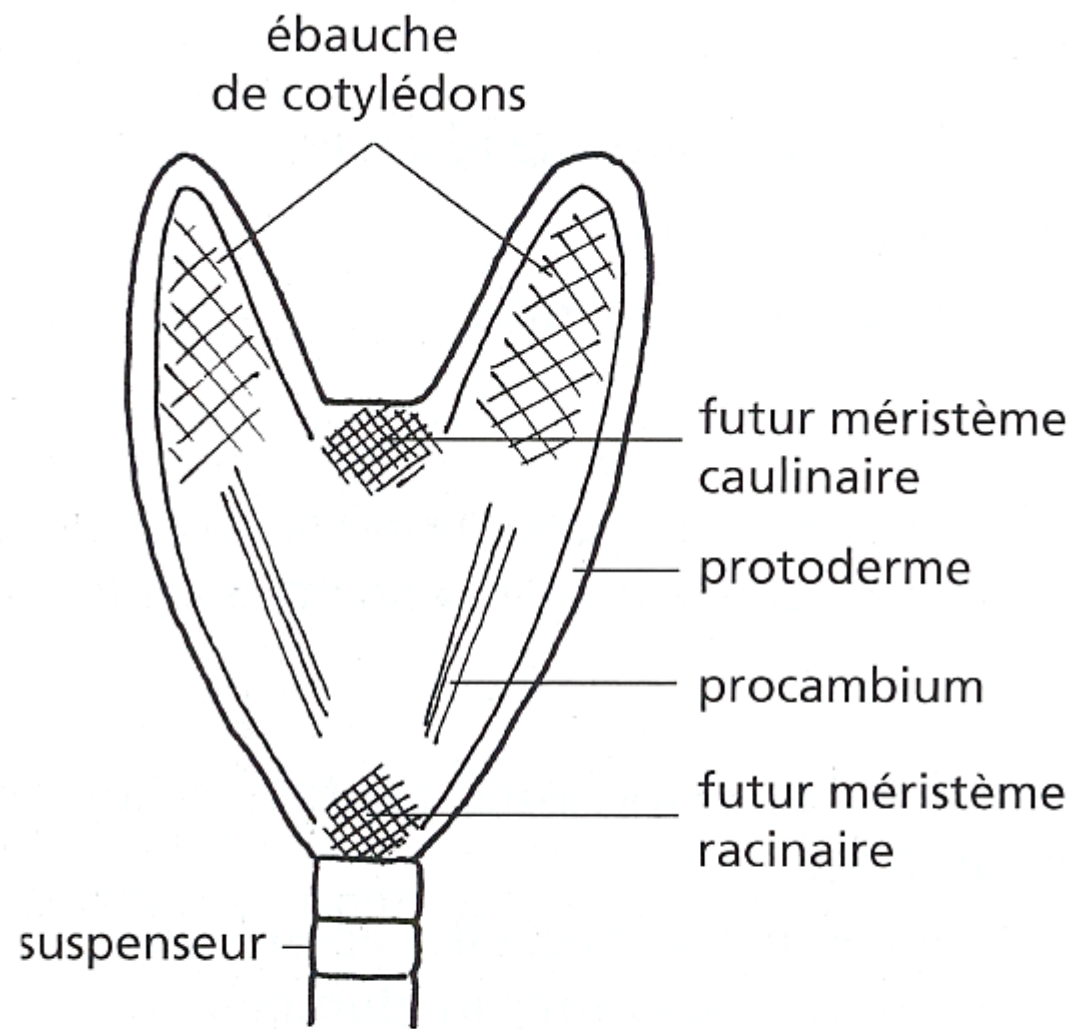
Le sac embryonnaire est figuré en bleu, les gamètes mâles en rouge, les noyaux du sac embryonnaire impliqués dans la fécondation en jaune.

# f. De l'ovule à la graine et du carpelle au fruit

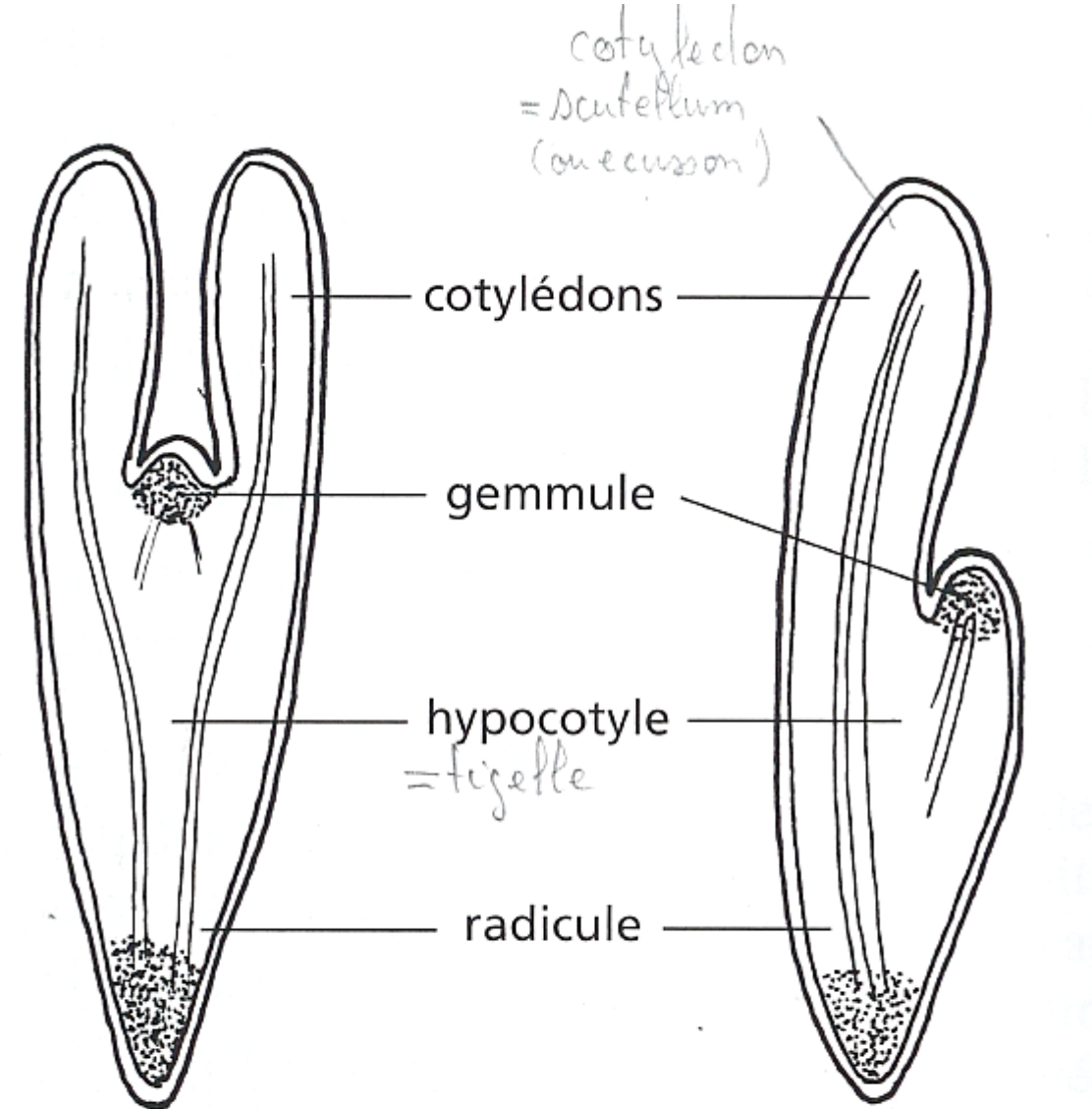
Etape du DE

Hors  
programme





**Embryon cordiforme**



**Dicotylédones**

**Monocotylédones**

**Figure 5.25** L'organogenèse embryonnaire.

Le pro-embryon globuleux s'organise en embryon cordiforme puis en embryon achevé. Ceci se déroule pendant la première moitié de la période de formation de la graine.

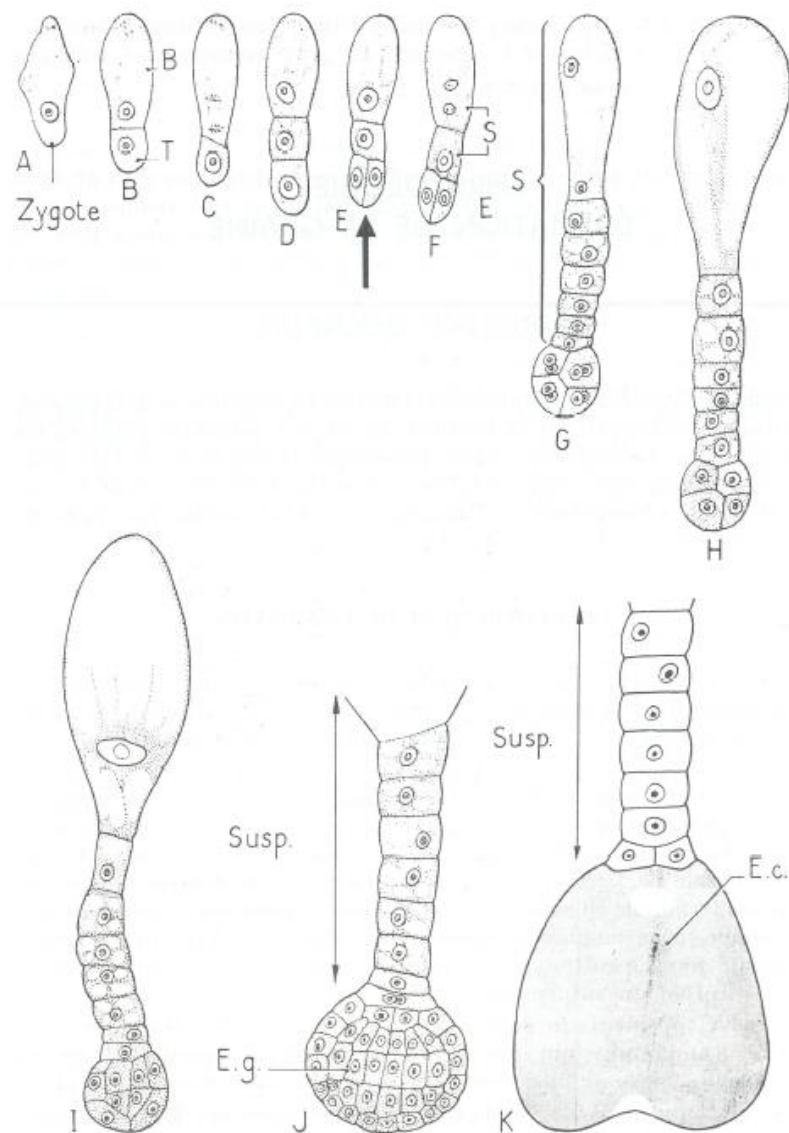
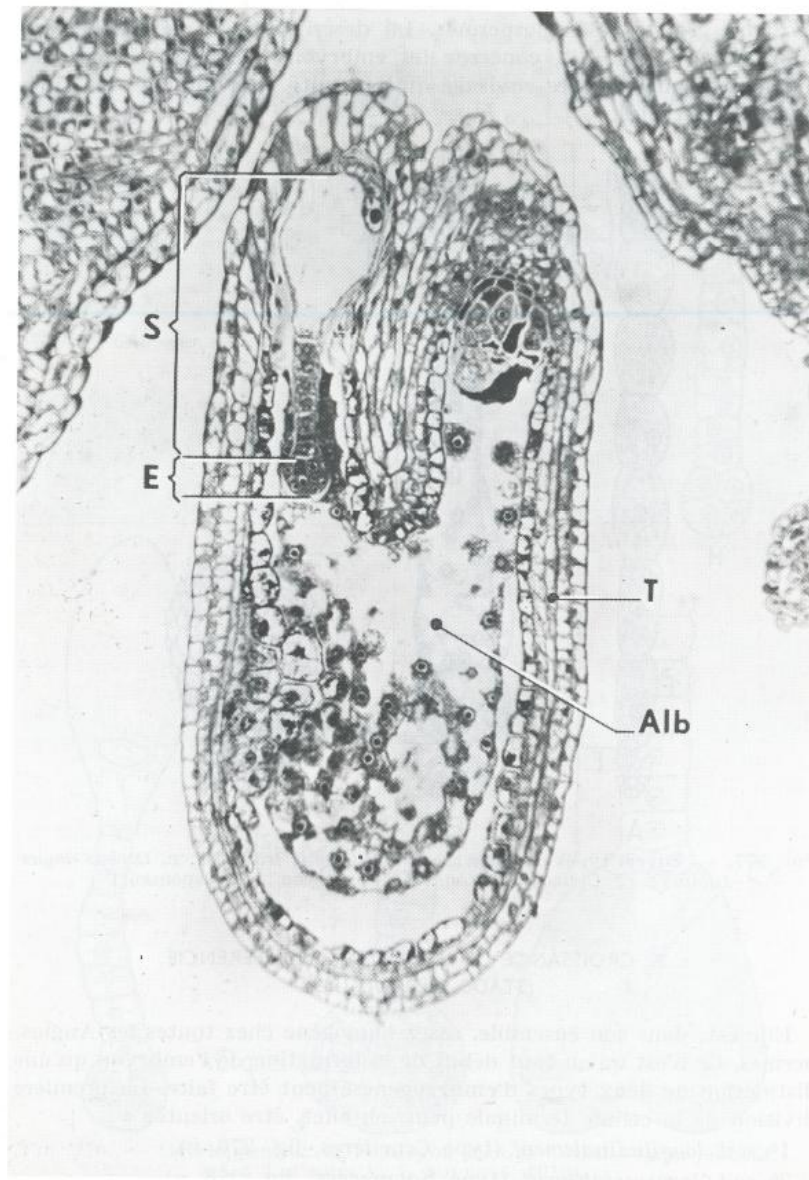
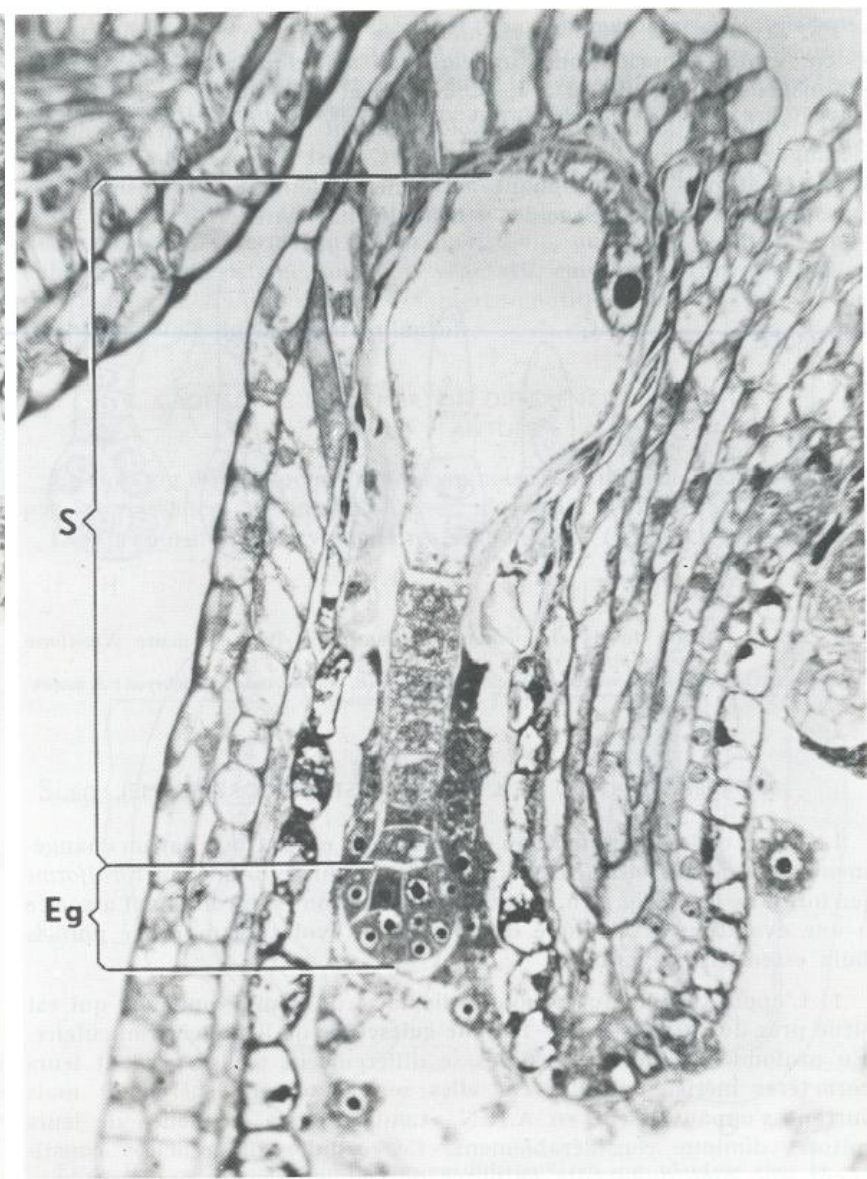


FIG. 276. — Développement de l'embryon chez la *Capsella bursa pastoris*.  
(A à J, d'après E. C. SOUÈGES, 1919).

De A à J : formation du suspenseur et de l'embryon indifférencié (stade globuleux) ; observer en K la division longitudinale de la cellule terminale. K : différenciation de l'embryon (stade cordiforme) ; en blanc, dans la section de l'embryon, sont figurées : la zone quiescente de la radicule et l'ébauche du point végétatif de la future tige. (B., cellule basale ; E.c., embryon cordiforme ; E.g., embryon globuleux ; S et Susp., suspenseur ; T., cellule terminale).



Coupe longitudinale dans un ovule embryonné de la *Capsella bursa pastoris*.  
(alb., albumen ; e., embryon ; s., suspenseur ; t., tégument) (G × 200).



Embryon globulaire de la *Capsella bursa pastoris* (eg., embryon globulaire ; s., suspenseur) (G × 500).

# Accumulation de réserves

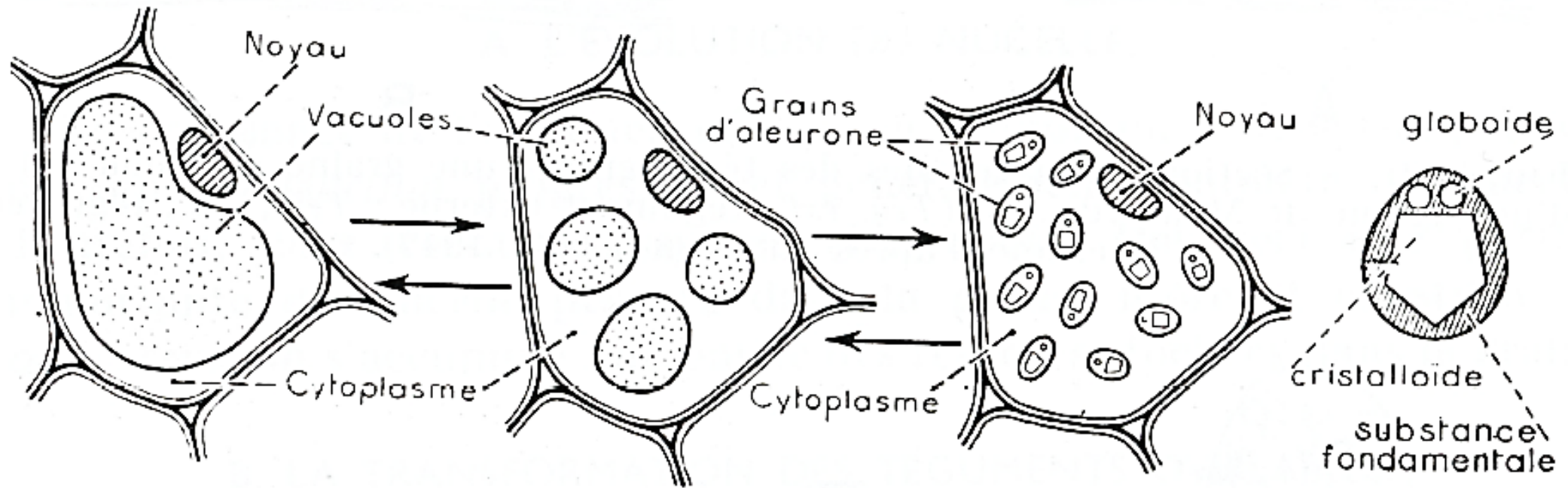
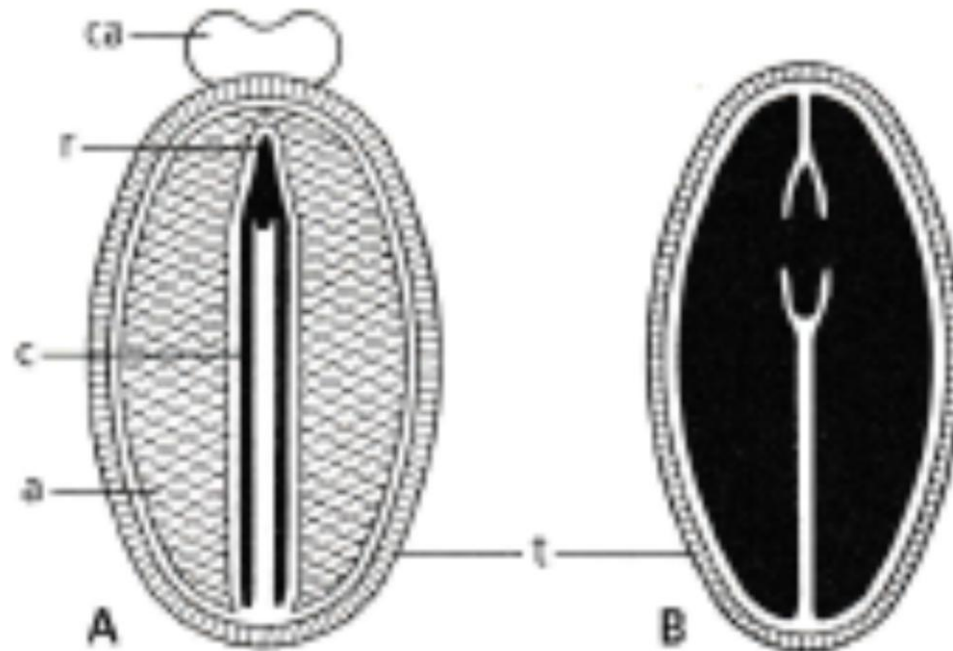


FIG. 285. — Formation des grains d'aleurone à partir des vacuoles, pendant la maturation de la graine (en allant de la gauche vers la droite). Hydratation des grains d'aleurone pendant la germination de la graine (en allant de la droite vers la gauche).

# Bilan : l'ovule devient une graine

Rappel TP :

Suivant les cas, albuminées ou exalbuminées



# De la fleur au fruit

Fruit simple : transformation du carpelle croissance le plus souvent due à la fécondation, mais parthénocarpie possible.

Fruit = accumulation de réserves (glucides, lipides et protéines)

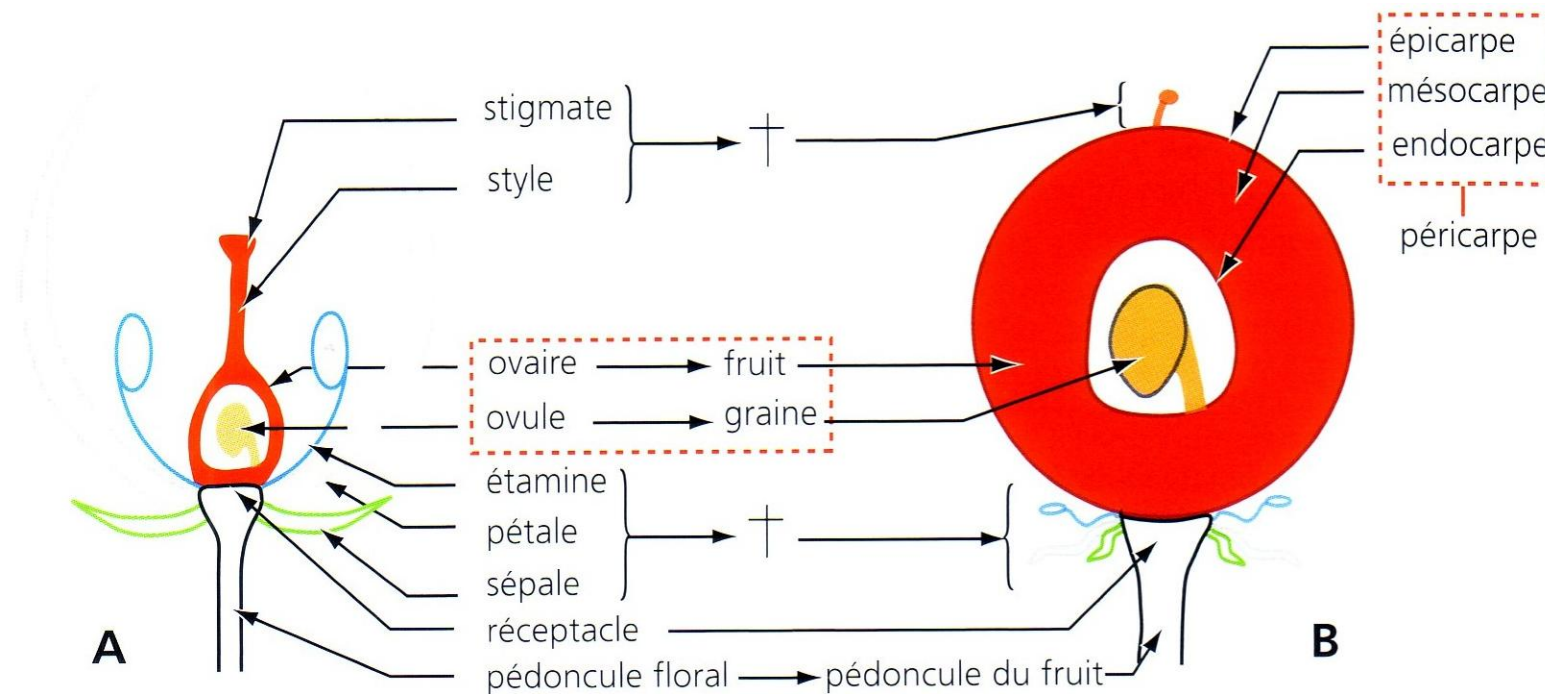


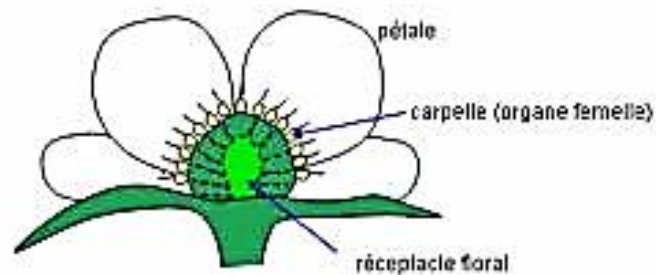
Figure 5-40 : de la fleur au fruit, aspects morphologiques

# Fruit complexe : carpelle + autres parties de la fleur

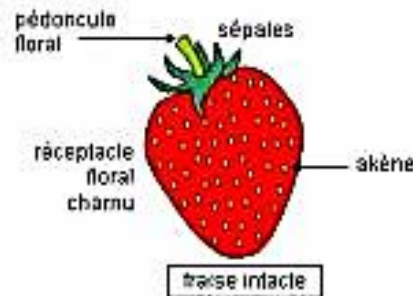
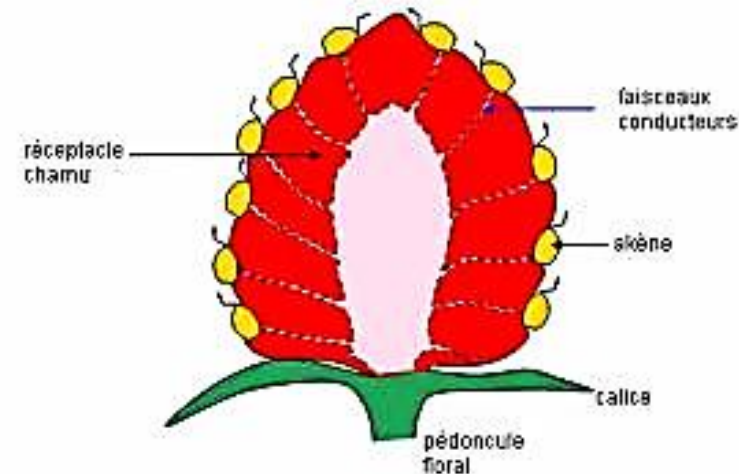
## Importance des signaux hormonaux

### Expérience de Nitsch en 1950- rôle des akènes-

*les akènes sont enlevés au début du développement*



fleur de fraisier (les étamines ne sont pas représentées)



# Forte croissance

Plus de 10 fois la taille initiale

Croissance par auxèse essentiellement  
et mérése

Sous le contrôle d'hormones : auxine,  
gibbérélines, cytokinines libérées par  
les graines.

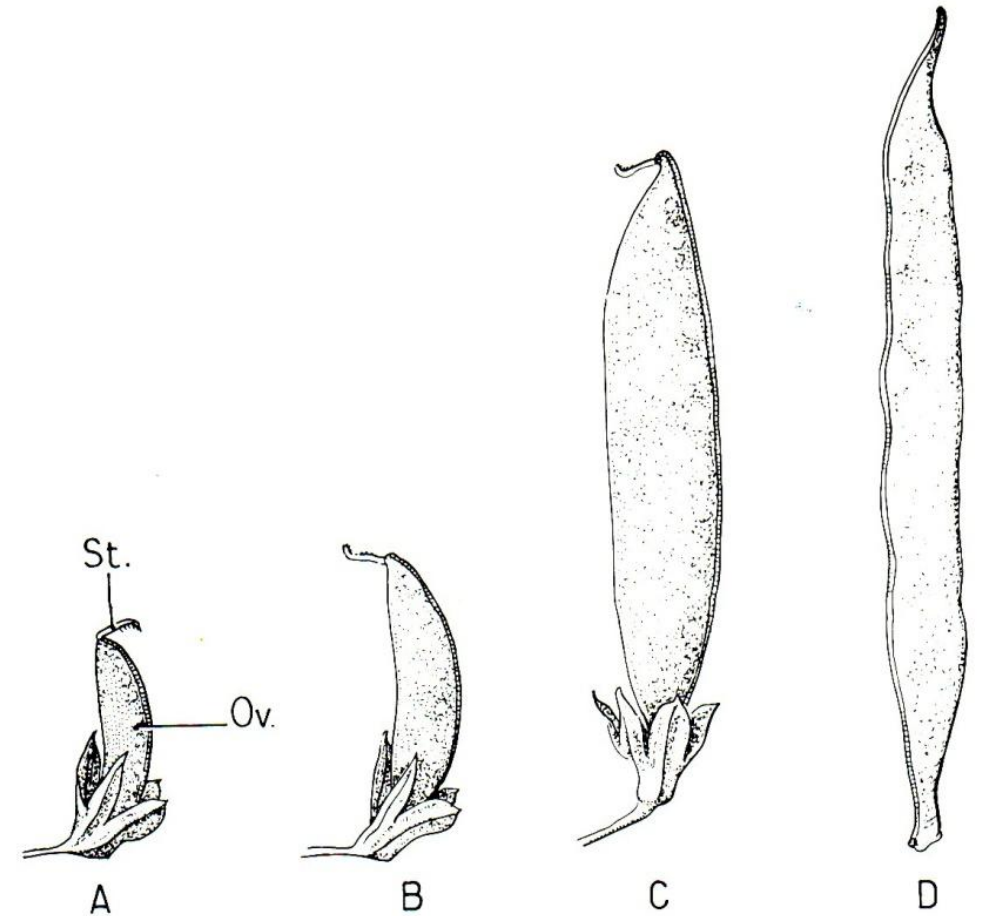
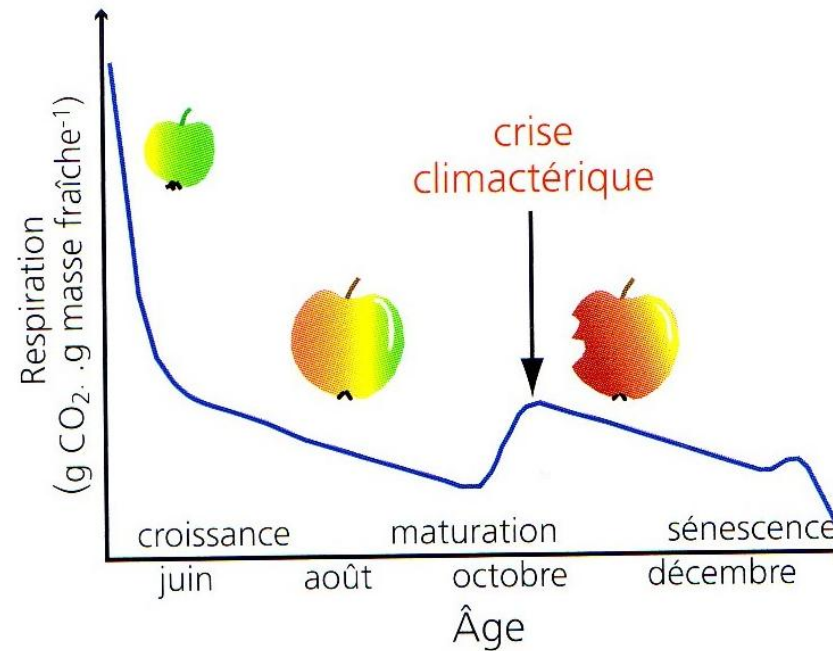


FIG. 296. — Croissance du fruit (gousse) du Haricot (*Phaseolus vulgaris*) (d'après W. TROLL, 1957).

# Remarque hors programme : fruit climactérique

- Rôle de l'éthylène dans la maturation du fruit



C. respiration d'une pomme au cours de sa maturation (d'après Ulrich, 1952)

# Fruit et dissémination

Autochorie (courte distance)

Cymbalaire phototropisme négatif : le pédoncule se courbe et libère les graines dans les anfractuosités des roches



Arachide : géotropisme positif de la fleur fécondée permettant l'enfouissement des fruits  
On parle aussi de géochorie car les fruits sont enfouis sur place.



# Fruit et dissémination

## Barochorie (courte distance)

### **Barochorie**

(du grec *baros*, poids)

Fruits et/ou graines lourds tombant par son propre poids au pied de la plante mère en traversant le feuillage (cupule avec châtaignes)

Transport à très courte distance



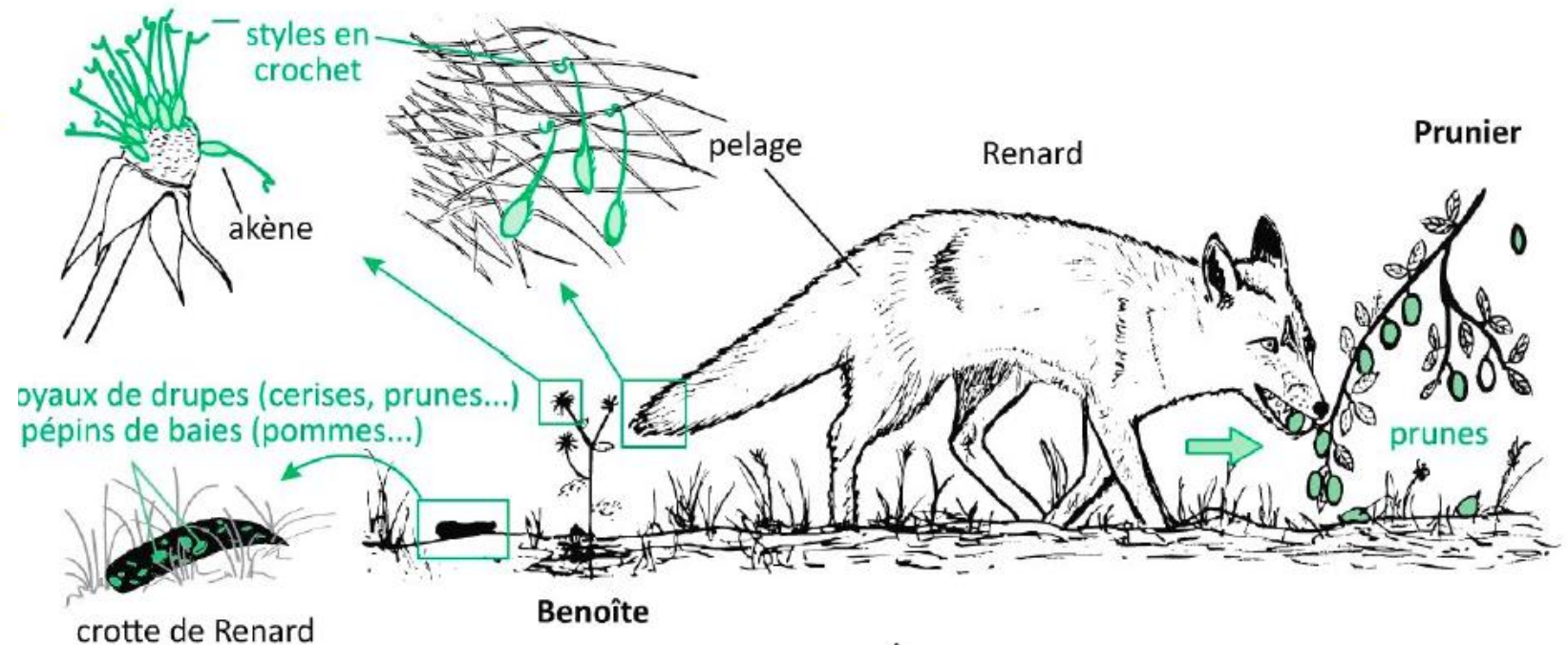
# Fruit et dissémination

## Zoochorie

Fruits et/ou graines munis de crochets (bardane) ou d'aiguillons s'accrochant au pelage, au plumage ou aux vêtements (épizoochorie)

D'autres fruits et/ou graines ingérés par l'animal (endozoochorie)

Transport à grande distance par les animaux migrateurs



Succès évolutif des espèces dont les fruits sont disséminés par l'homme

# Importance des fourmis dans la dissémination des graines

*Viola nuttallii* :

Partie comestible  
sur la graine et  
rejet du reste

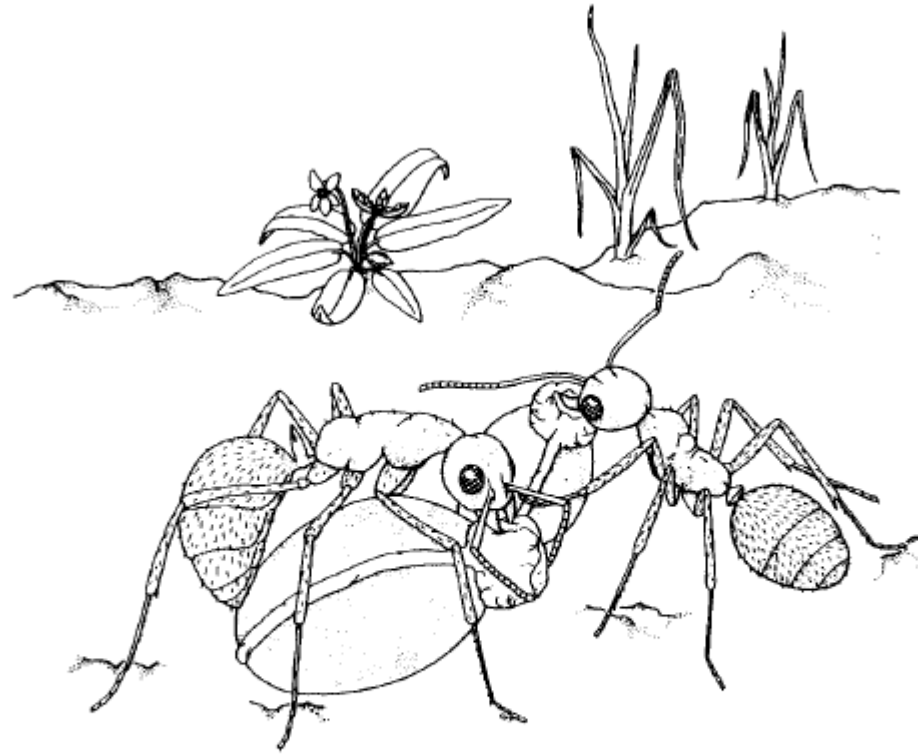


Fig. 4.4. Ants (*Formica podzolica*) picking up seeds of *Viola nuttallii*. The seed bears an attractive and edible appendage. Ants carry the entire seed back to their nest, eat the appendage and discard the seed. Dispersal of seeds by ants is very common in some floras, but the advantage of ant dispersal may vary greatly among species or regions (e.g. escape from predators or other destructive agents, or deposition in an especially favourable site for germination and growth). (From Beattie, 1985, p. 74.)

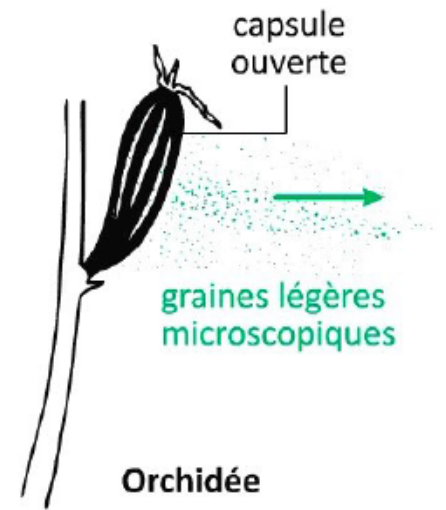
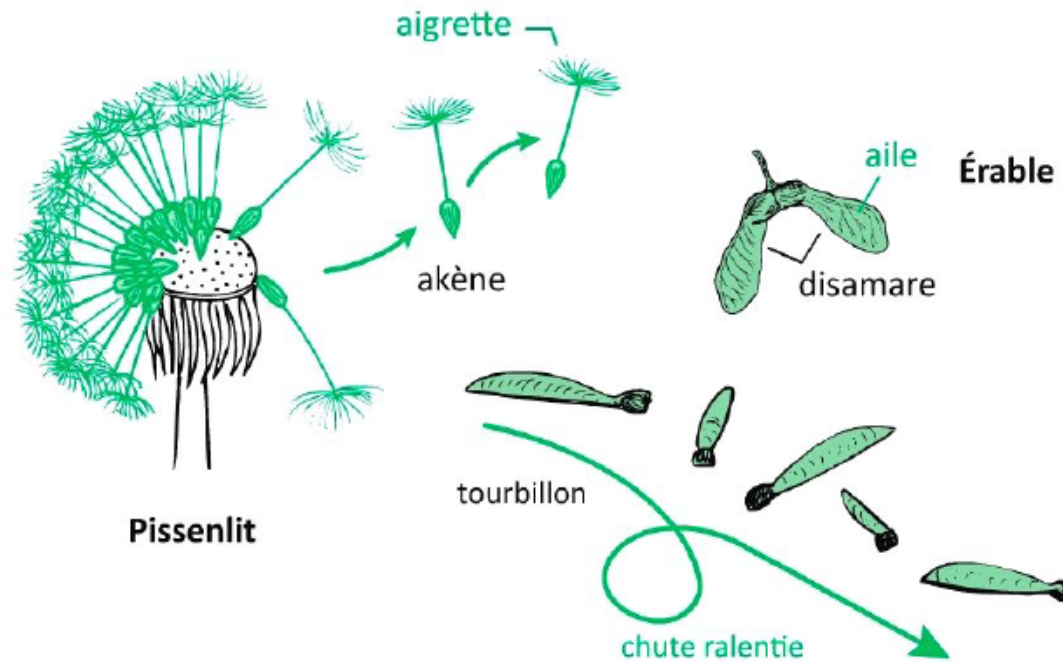
# Fruit et dissémination

## Anémochorie

(du grec *anemo*, vent)

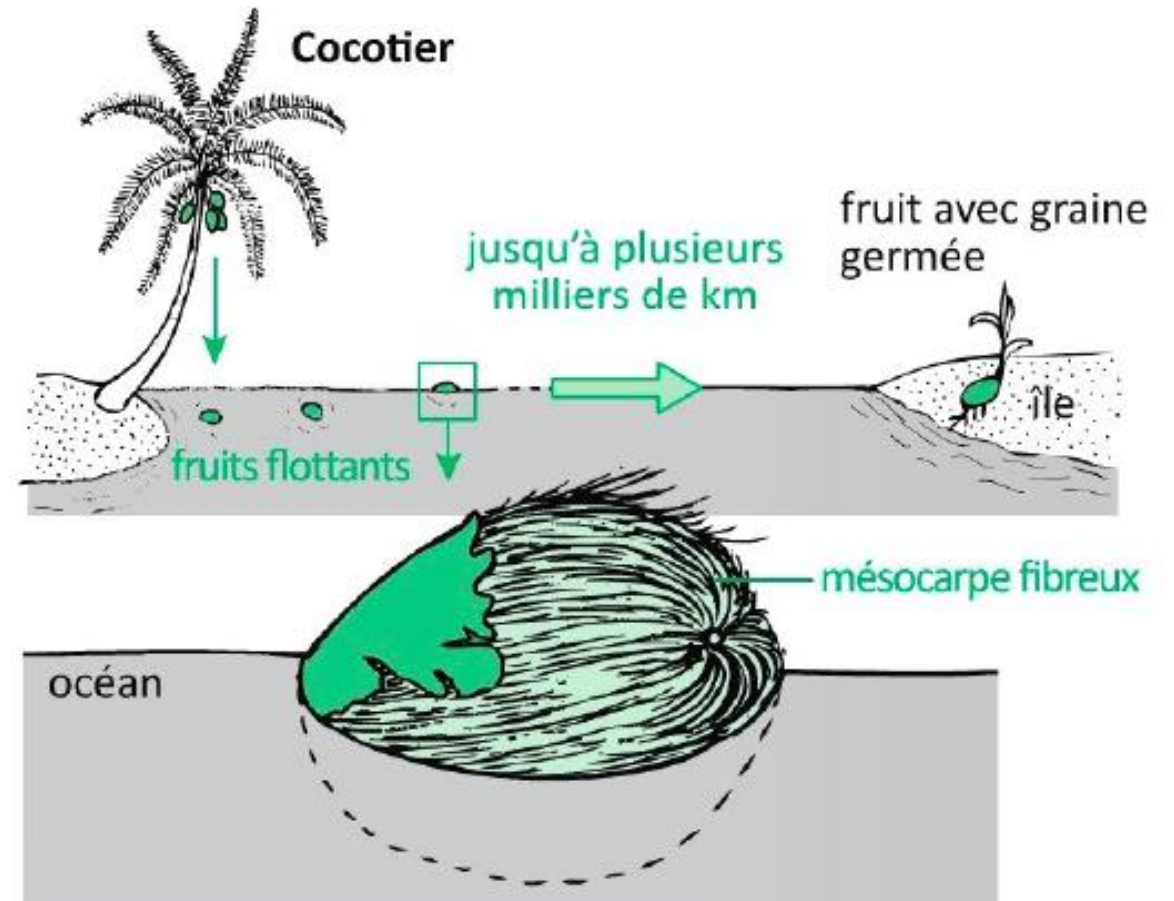
Fruits et/ou graines légers, petits, à aigrettes plumeuses (akène de pissenlit) ou à ailes (samare d'érable) faisant prise au vent

Transport à grande distance



# Fruit et dissémination

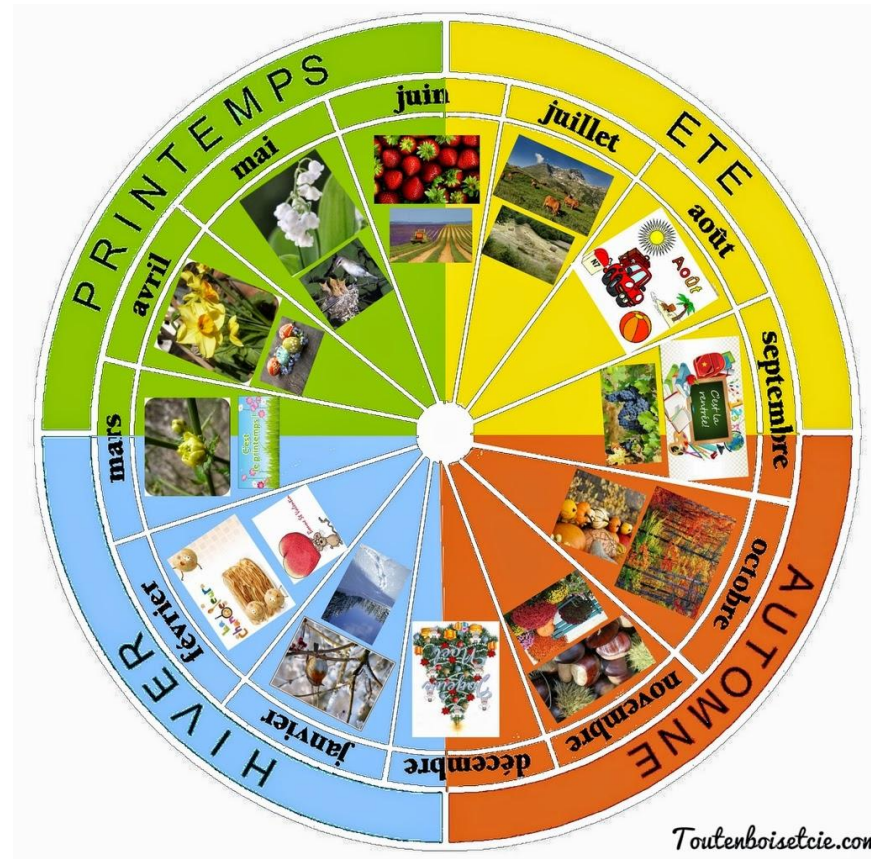
## Hydrochorie



# g. Synchronisation de la reproduction par rapport aux saisons

Synchronisation de la floraison : revoir SV-B-3-3 photopériode vernalisation

Notion de phénologie



# La dormance des graines

Vie ralentie liée à la déshydratation = métabolisme réduit

2 types de vie ralentie : testables en mettant la graine en condition favorable à sa germination

↙  
Vie ralentie

Semence quiescente dont la vie ralentie est imposée par les conditions du milieu  
= origine extrinsèque

↘  
Dormance

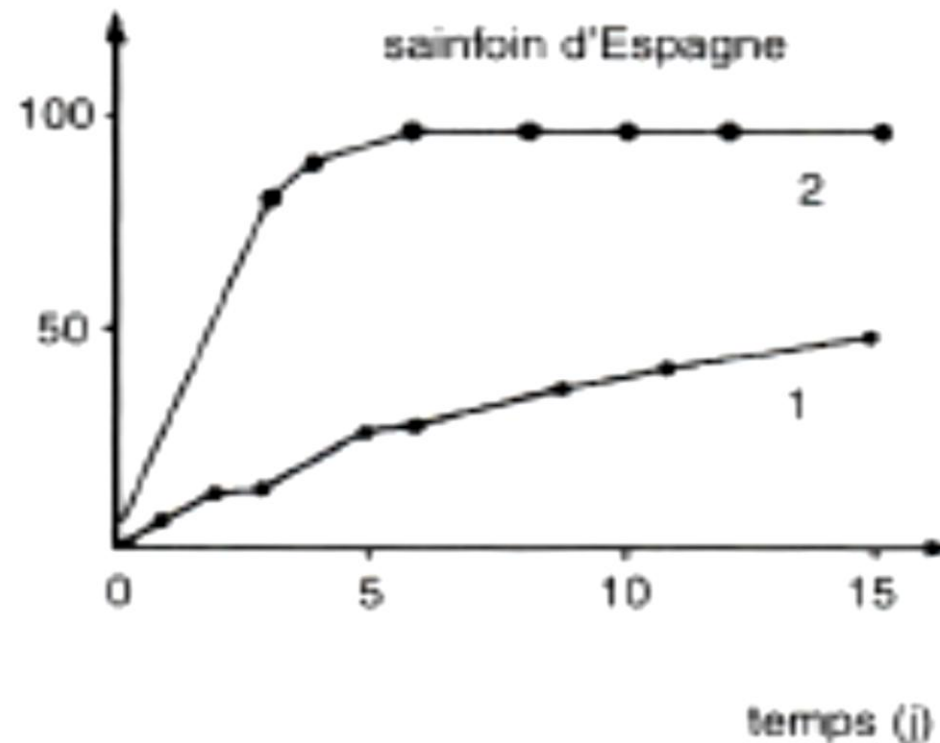
Le retour à une activité plus intense nécessite divers processus internes de levée de dormance = origine intrinsèque



# Levée naturelle de la dormance par le froid

Expérience sur des graines dormantes :

1 : graine prélevée sur un fruit mature, 2 : graine après passage 1 mois au froid



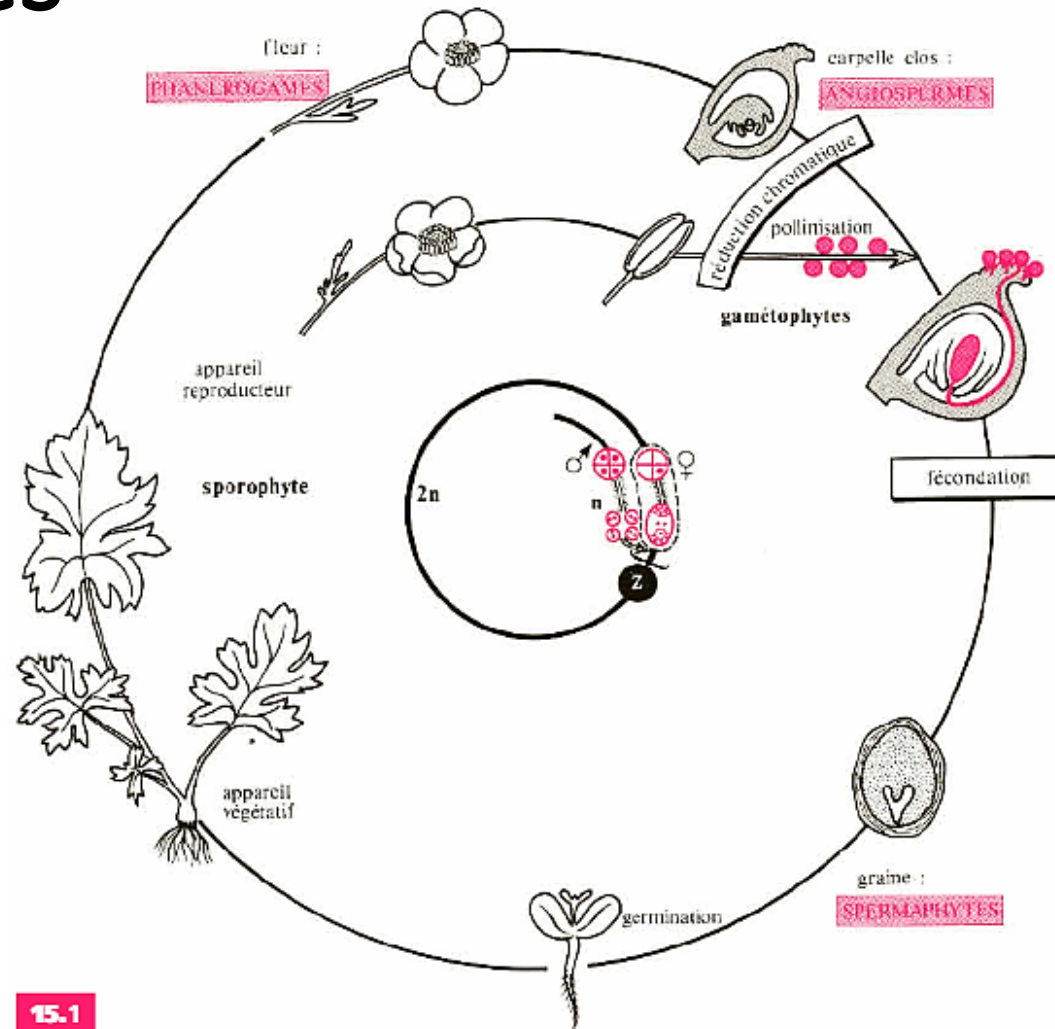
# Bilan

Vie ralentie = métabolisme réduit du fait de la déshydrations

Dormance = incapacité à germer même si les conditions sont favorables, deux types de dormance des graines : d'origine tégumentaires ou embryonnaire (importance de la balance ABA/Gibbérélline dans la levée de dormance).

Levée de dormance principalement par un traitement au froid = dormance **psychrolabile** (mais aussi par le passage dans le tube digestif d'un animal, par un feu de forêt, par l'action de la lumière = dormance **photolabile...**).

# h. Bilan : cycle de reproduction des angiospermes



15.1

15-1. Alternance de phases avec extrême réduction mais persistance de l'haplophase.

# CYCLE D'UNE ANGIOSPERME

*Brassage génétique  
et Multiplication  
des individus (♂)*

**MEIOSE**

1 mégaspore

Mitose

Mitose

**GAMETOPHYTE ♀<sub>n</sub>**

Sac embryonnaire

Mitose

Oosphère  
gamète ♀

Noyaux  
secondaires

Anti-  
podes

Dispersion du  
pollen

*Brassage génétique  
et Multiplication  
des individus*

été

**DOUBLE  
FECONDATION**

Transformation  
ovule → graine

Dissémination

Albumen=zygote  
accessoire (3n)

Vie ralentie en  
Automne-hiver

4 microspores

**GAMETOPHYTE ♂<sub>n</sub>**

Grain de pollen

gamètes ♂

Tube  
pollinique

Jeune  
plantule

Embryon (2n)

Germination  
printemps

Croissance et  
différenciation

**SPOROPHYTE 2n**

Pied feuillé

Étamine

Plante  
en fleur  
(sporophyte)  
(diploïde)

Cellule mère des  
microspore...  
(diploïde)

Nucelle

Cellule mère des  
mégaspores  
(diploïde)

Floraison

Fin  
printemps/été

Sexualisation

→ HAPLOPHASE  
→ DIPLOPHASE

# Nombreuses originalités / reproduction sexuée

Lien avec  
le succès évolutif  
du groupe : 250 000 à  
300 000 espèces  
d'angiospermes  
contre 13 000  
de filicinées

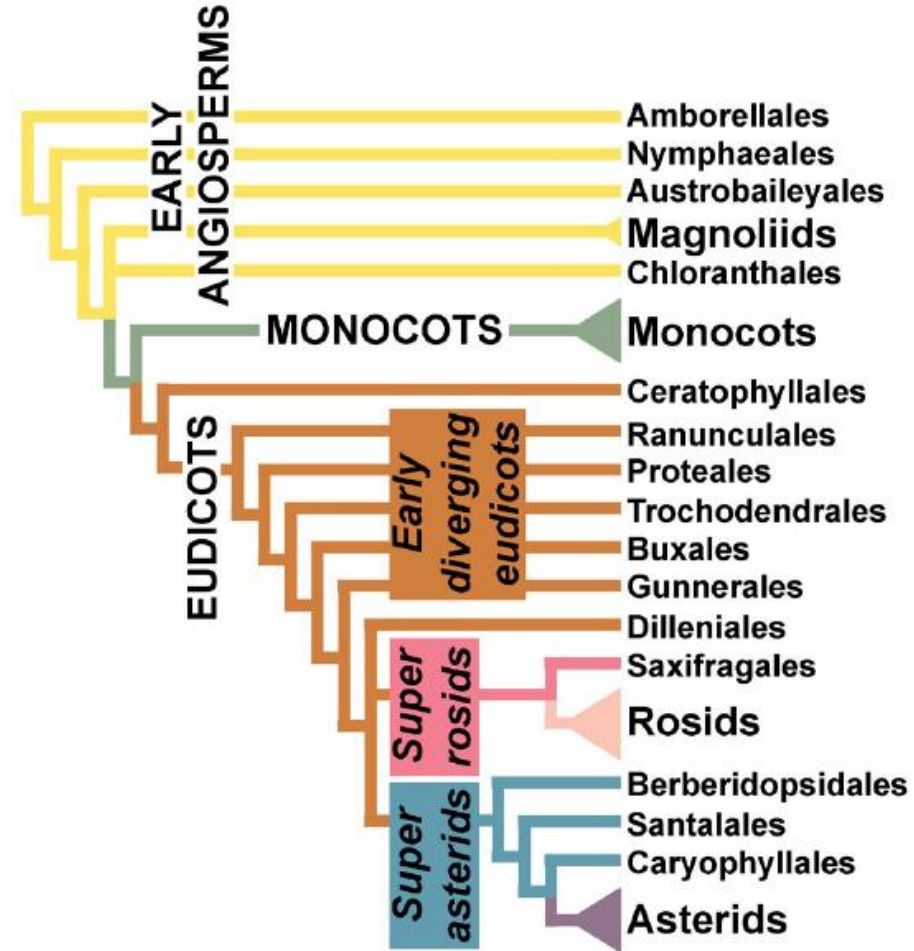


Figure 2: A simplified phylogeny of angiosperms.