



Photo : C.Vilbert

SV-G REPRODUCTION

SV-G-1 La reproduction sexuée chez les Embryophytes

RESUME

La reproduction sexuée fait intervenir l'alternance de deux générations, sporophytique et gamétophytique. Une génération est une partie du cycle de développement comprise entre deux stades de reproduction (zygote ou spore). La génération sporophytique, issue des mitoses du zygote produit des méiospores. La génération gamétophytique issue des mitoses d'une méiospore, produit des gamètes. Chez le polypode, les méiospores sont disséminées dans le milieu et forment, par mitoses et différenciation, les prothalles sexués. Chez les Angiospermes, les méiospores ne sont pas disséminées. Elles réalisent mitoses et différenciation au sein des pièces fertiles de la fleur qui constitue l'appareil reproducteur. La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec le milieu de vie. La fécondation externe du polypode est dépendante de la présence d'eau. La fécondation interne siphonogame des Angiospermes est précédée d'une pollinisation le plus souvent entomogame ou anémogame. La siphonogamie est assurée par une croissance apicale orientée du tube pollinique. La double fécondation, spécificité des Angiospermes, conduit à la transformation du sac embryonnaire en embryon principal et albumen, de l'ovule en graine et de la fleur en fruit. Le fruit constitue la principale synapomorphie des Angiospermes. La double fécondation est précédée d'une phase de tri des grains de pollen. La double fécondation, spécificité des Angiospermes, conduit à la transformation du sac embryonnaire en embryon principal et albumen, de l'ovule en graine et de la fleur en fruit. Le fruit constitue la principale synapomorphie des Angiospermes. La double fécondation est précédée d'une phase de tri des grains de pollen. Chez les Angiospermes, le nouvel individu est disséminé à l'aide de la graine et/ou du fruit. Chez le polypode, le nouvel individu est formé au sein du prothalle et la dissémination s'est produite, avant, grâce aux méiospores. La dormance des graines est un mécanisme permettant de corrélérer le cycle de développement aux saisons.

Carole Vilbert

SV-G-1 La reproduction sexuée chez les Embryophytes

Extrait du programme

SV-G Reproduction (BCPST 2)	
La reproduction permet la multiplication des individus. L'étude de la reproduction sexuée chez les Embryophytes et les Mammifères est l'occasion de présenter des cycles de développement comprenant méiose et fécondation, avec une ou deux générations. (le Fucus devient hors programme). La comparaison avec la reproduction asexuée permet de montrer que, selon les mécanismes, la reproduction participe plus ou moins à la diversification des individus et à l'évolution biologique. En climat tempéré, les cycles de reproduction présentent un lien avec les saisons. Le cours est réalisé en deuxième année mais deux séances de TP de biologie florale sont effectuées en première année.	
Savoirs visés	Capacités exigibles
SV-G-1 La reproduction sexuée chez les Embryophytes	
La reproduction sexuée fait intervenir l'alternance de deux générations, sporophytique et gamétophytique. Une génération est une partie du cycle de développement comprise entre deux stades de reproduction (zygote ou spore). La génération sporophytique, issue des mitoses du zygote produit des méiospores. La génération gamétophytique issue des mitoses d'une méiospore, produit des gamètes.	- Argumenter la notion de génération gamétophytique à partir du prothalle de polypode, du grain de pollen et du sac embryonnaire des Angiospermes. - Construire les cycles de développement en identifiant les phases chromosomiques et les générations.
Chez le polypode, les méiospores sont disséminées dans le milieu et forment, par mitoses et différenciation, les prothalles sexués. Chez les Angiospermes, les méiospores ne sont pas disséminées. Elles réalisent mitoses et différenciation au sein des pièces fertiles de la fleur qui constitue l'appareil reproducteur.	- Mettre en relation les différentes structures reproductrices (prothalle, fleur) et leur rôle dans la reproduction. - Réaliser une dissection florale et établir le diagramme floral et la formule florale correspondants. - En classe et sur le terrain, utiliser une flore et/ou un outil numérique de détermination pour identifier le genre d'une fleur. - Réaliser et/ou interpréter des coupes d'anthères à différents stades, ainsi que des coupes d'ovaires et d'ovules. - À l'aide de techniques de microscopie optique et électronique : • analyser l'organisation des grains de pollen et des sacs embryonnaires ; • identifier le degré de maturité des structures reproductrices (anthères). - Positionner quelques organismes dans une classification phylogénétique, sur la base de critères morphologiques et /ou anatomiques simples.
Précisions et limites : Les différentes étapes qui conduisent d'une cellule mère des spores au gamétophyte ne sont pas au programme. La connaissance des différents types de placentation des ovaires et des différents types d'ovules n'est pas au programme. Les classifications phylogénétiques et les apomorphies associées ne sont pas à connaître. Les acquis de terminale sont remobilisés.	
La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec le milieu de vie. le lien avec le mode de vie n'est plus à établir de façon explicite La fécondation externe du polypode est dépendante de la présence d'eau. La fécondation interne siphonogame des Angiospermes est précédée d'une pollinisation le plus souvent entomogame ou anémogame. La siphonogamie est assurée par une croissance apicale orientée du tube pollinique.	- Comparer le mécanisme de déhiscence des anthères à la déhiscence du sporange de polypode. - Mettre en lien les deux principaux types de pollinisation (anémogame et entomogame) et les caractères des fleurs et des grains de pollen associés. - Émettre des hypothèses sur le mode de pollinisation à l'aide des structures observées suite à une dissection florale et/ou un montage de grains de pollen. - À partir d'observations conjointes de fleurs et d'insectes, identifier des exemples de coadaptation. - Analyser des résultats expérimentaux mettant en évidence des coévolutions entre fleurs et insectes.

Le terme siphonogamie et son adjectif siphonogame n'apparaissent pas clairement dans l'ancien programme mais vous ont nécessairement été présentés : assurez-vous d'en maîtriser la signification.	
Précisions et limites : <i>Un seul exemple de fleur est à mémoriser pour chaque type de pollinisation (anémogame et entomogame). Les détails concernant les mécanismes de la croissance apicale du tube pollinique sont hors-programme.</i>	
La double fécondation, spécificité des Angiospermes, conduit à la transformation du sac embryonnaire en embryon principal et albumen, de l'ovule en graine et de la fleur en fruit. Le fruit constitue la principale synapomorphie des Angiospermes. La double fécondation est précédée d'une phase de tri des grains de pollen. dans ancien programme on parle de tri des tubes polliniques	- Expliquer comment le système gamétophytique d'auto-incompatibilité réalise un tri des grains de pollen.
Précisions et limites : <i>Les étapes de la transformation de l'ovule en graine et de la fleur en fruit ne sont pas au programme. Les mécanismes moléculaires de l'auto-incompatibilité gamétophytique ne sont pas au programme.</i>	
Chez les Angiospermes, le nouvel individu est disséminé à l'aide de la graine et/ou du fruit. Chez le polypode, le nouvel individu est formé au sein du prothalle et la dissémination s'est produite, avant, grâce aux méiospores. La dormance des graines est un mécanisme permettant de corréler le cycle de développement aux saisons.	- Comparer les propriétés d'un organe de dissémination (graine/fruit ou spore) à celles d'un organe de dispersion (grain de pollen). - Illustrer la diversité des modalités de dissémination à l'aide de quelques exemples de fruits. - À partir d'observation de fruits et de graines, en classe et sur le terrain : • dégager les grands traits de l'organisation de fruits et mettre en lien avec les fonctions de protection, et de dissémination des graines ; • distinguer un fruit d'une graine ; • distinguer : fruit charnu (baie et drupe), fruit sec déhiscent (gousse, follicule, silique) et fruit sec indéhiscent (caryopse et akène), au sein de fruits simples ou de fruits multiples ; • repérer des homologies et des convergences dans l'organisation des fruits et des graines.
Précisions et limites : <i>On se limite à la distinction graine albuminée-graine exalbuminée. La diversité des modalités de dissémination est abordée à travers l'anémochorie, l'endozoochorie et l'épizoochorie, avec un seul exemple à mémoriser pour chaque modalité. Les mécanismes d'entrée et de levée de dormance ne sont pas au programme.</i>	
Liens : Distinction appareil végétatif-appareil floral reproducteur. Rythme saisonnier et étapes du cycle de reproduction (SV-A-2) Développement de l'appareil reproducteur des angiospermes (SV-B-3-2) Interaction cellule-matrice (SV-C-1) Cytosquelette (SV-C-2) et flux vésiculaire (SV-C-3) Brassages génétiques et diversification des génomes (SV-F-4) Relations interspécifiques dans un écosystème (SV-J-2-2) Activités de terrain	

Introduction

Vouloir traiter de la reproduction sexuée nécessite un éclaircissement de deux notions : la **sexualité** et la **reproduction**.

La **sexualité** correspond aux phénomènes permettant l'échange de gènes entre individus. La **reproduction** permet la formation de nouveaux individus (en terme démographique pas génétique).

Des exemples pour comprendre :

Les Eubactéries et certains Protozoaires (Ciliées) sont capables de réaliser de la sexualité sans reproduction, on parle alors de **parasexualité** (*Hors programme*).

La **conjugaison** est un de ces mécanismes au cours duquel deux organismes unicellulaires s'échangent du matériel génétique ; Il y a pas production de nouveaux individus (Cf SV-F4-2).

A l'opposé, pourrait-on dire, certains organismes pratiquent de manière quasi exclusive un mode de reproduction sans faire intervenir le moindre échange de gènes. Les nouveaux organismes formés sont identiques (aux mutations près) à l'organisme initial ; ce sont des **clones**. Il s'agit de la **multiplication asexuée** (*Cf cours TP multiplication végétative SV-G-2*).

Faire schéma

Chez les Eucaryotes, et encore plus chez les Métazoaires Cf SV-G-3 (animaux pluricellulaires) et les Métaphytes (végétaux pluricellulaires), la sexualité s'exprime par la **reproduction sexuée**.

C'est un mode de reproduction au cours duquel les individus impliqués produisent des cellules reproductrices, **les gamètes mâles** et **les gamètes femelles** ; leur rencontre puis leur fusion (**fécondation**) aboutit à la mise en place d'une cellule unique, le zygote ou cellule œuf. Ces gamètes sont les produits plus ou moins directs d'un mécanisme cellulaire permettant la réduction de la ploïdie : **la méiose (SV-F1-2)**.

Les étapes cellulaires de la reproduction sexuée (**méiose et fécondation**) permettent de définir des cycles de reproduction.

Un **cycle de reproduction** représente l'ensemble des phénomènes qui se succèdent au cours du **temps** et qui permettent de passer d'un individu de forme définie appartenant à une **génération n** à un individu de la même forme ou de forme différente appartenant à la **génération suivante n + 1**.

Quelles sont les caractéristiques des cycles de reproduction ?

Quels sont les mécanismes permettant d'assurer la rencontre des gamètes nécessaire à la fécondation chez les Embryophytes, organismes fixés ?.

I. Les cycles de reproductions sont caractérisés par une succession de générations

(Le grand A vise une construction pure des cycles basée sur de l'observation et description avec le repérage uniquement des étapes permettant de limiter des générations, les phases. Le grand B étudie les caractéristiques des cycles. Bien entendu les cycles présentés en A sont complétés par les apports du B)

A. Construction des cycles de reproduction de 2 Embryophytes

1. Le cycle du Polypode.

→ Faire schéma cycle en allant

Les descriptions (en italique ici) sont données dans les diapositives, les infos nécessaires seront mises sur le cycle. Ce qui est rouge dans les descriptions, ce sont les mots clés.

Le Polypode (*Polypodium vulgare*) est une Fougère terrestre (Filicophyte). C'est une espèce qui vit dans les endroits **ombragés** et **humides**. Le Polypode est une Fougère **vivace** : en hiver, les feuilles persistent et les structures reproductrices qu'elles portent se trouvent à 25 - 50 cm au-dessus de la surface du sol. Un pied de Polypode atteint une hauteur de 10 à 50 cm selon les conditions plus ou moins favorables du milieu.

L'appareil végétatif est composé d'une tige feuillée sous la forme d'un **rhizome** à croissance plagiotrope (horizontale) localisé juste sous la surface du sol ou enterré à faible profondeur.

Le rhizome porte des feuilles aériennes dont la croissance persiste plus ou moins longtemps après leur épanouissement, et qui sont fertiles : on parle de frondes

De décembre à janvier et jusqu'à la fin du printemps se développent sur la face inférieure des frondes des amas de **sporanges**, les **sores**, d'abord jaunes puis orangé avant de brunir à maturité. Chaque sporange contient des spores issues de la **méiose** ce sont des **méiospores**.

→

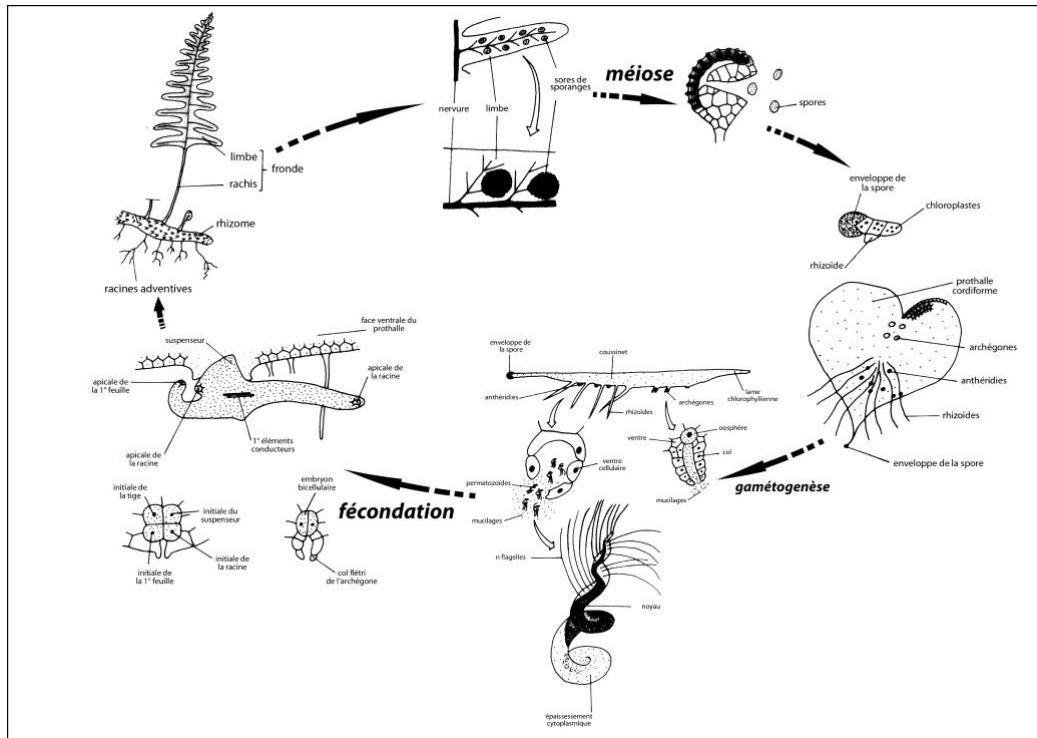
Chaque méiospore germe d'abord sous la forme d'un **prothalle** filamenteux (nématothalle) puis cordiforme. Le prothalle forme sur sa face inférieure des **gamétanges** (**archégonés** et **anthéridies**) produisant les gamètes (**oosphère** et **spermatozoïdes**). Les gamètes diffèrent numériquement, morphologiquement et biologiquement.

→

La rencontre des gamètes aboutit à la formation d'un **zygote**. Le développement du zygote débute immédiatement et est continu (pas de phase de vie ralentie). Dans un premier temps, l'embryon se développe aux dépens du prothalle qui assure sa nutrition par l'intermédiaire du pied qui joue le rôle de suçoir. A mesure que l'embryon grandit, le prothalle flétrit ; il disparaît complètement quand la plantule devient autonome (activité chlorophyllienne).

→

→



Document : Le cycle du polypode

2. Le cycle des « Angiospermes ».

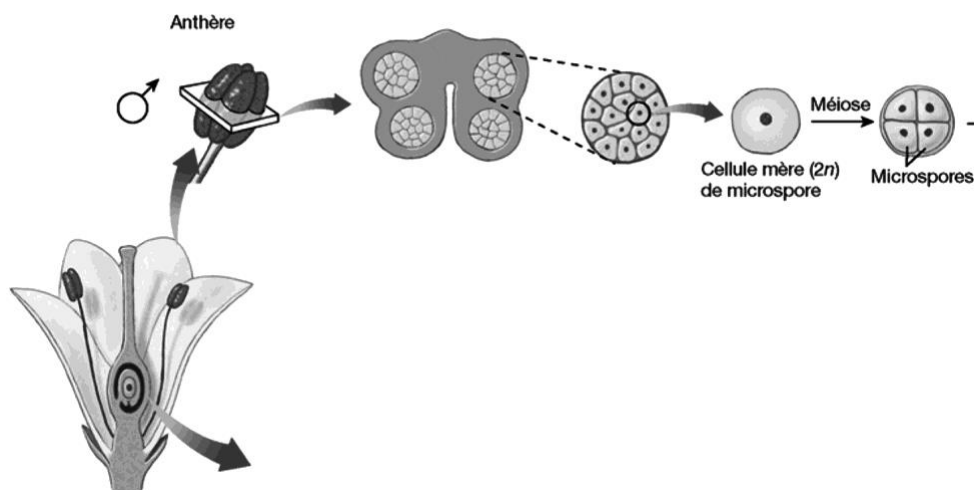
Exemple traité peut être celui d'une Angiosperme Fabacée comme la Luzerne (BCPST₁)

Même façon de travailler qu'avec le polypode

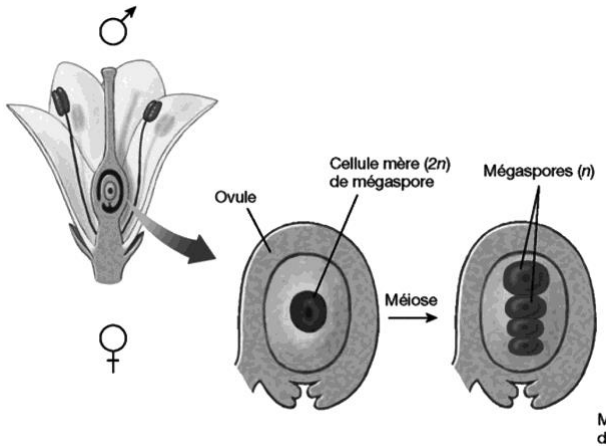
→ **Faire schéma cycle en allant**

Les angiospermes sont caractérisées notamment par leurs fleurs.

Les fleurs des Fabacées comme beaucoup de fleurs d'Angiospermes, portent à la fois des pièces fertiles mâles, les étamines, et d'autres femelles, les carpelles.

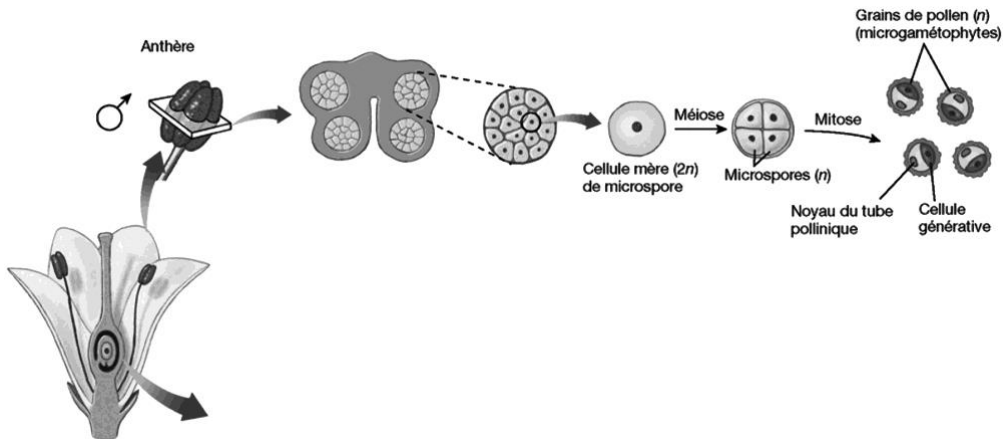


Document : Les Anthères possèdent les cellules mères des **méiospores** nommées **microspores**



Document :
Les ovules -contenus par l'ovaires – possèdent la cellule mère des **méiospores** nommées **mégaspores**

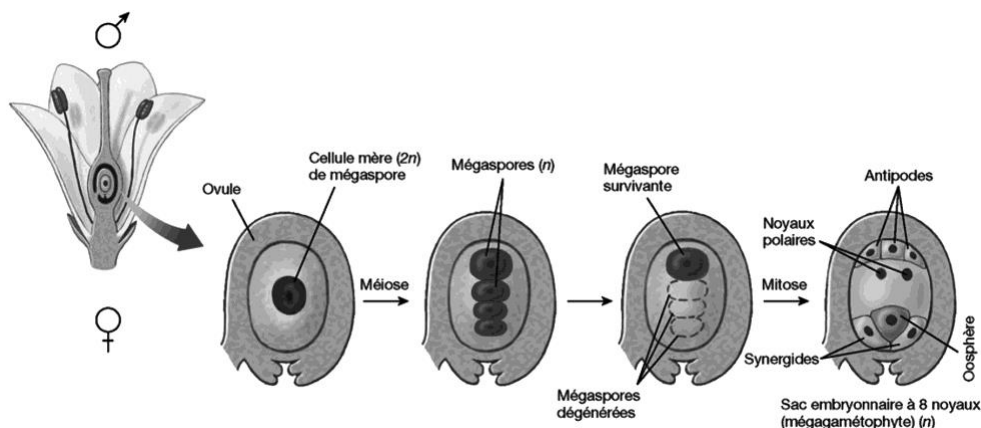
➔



Document : Formation des grains de pollen au niveau des Anthères

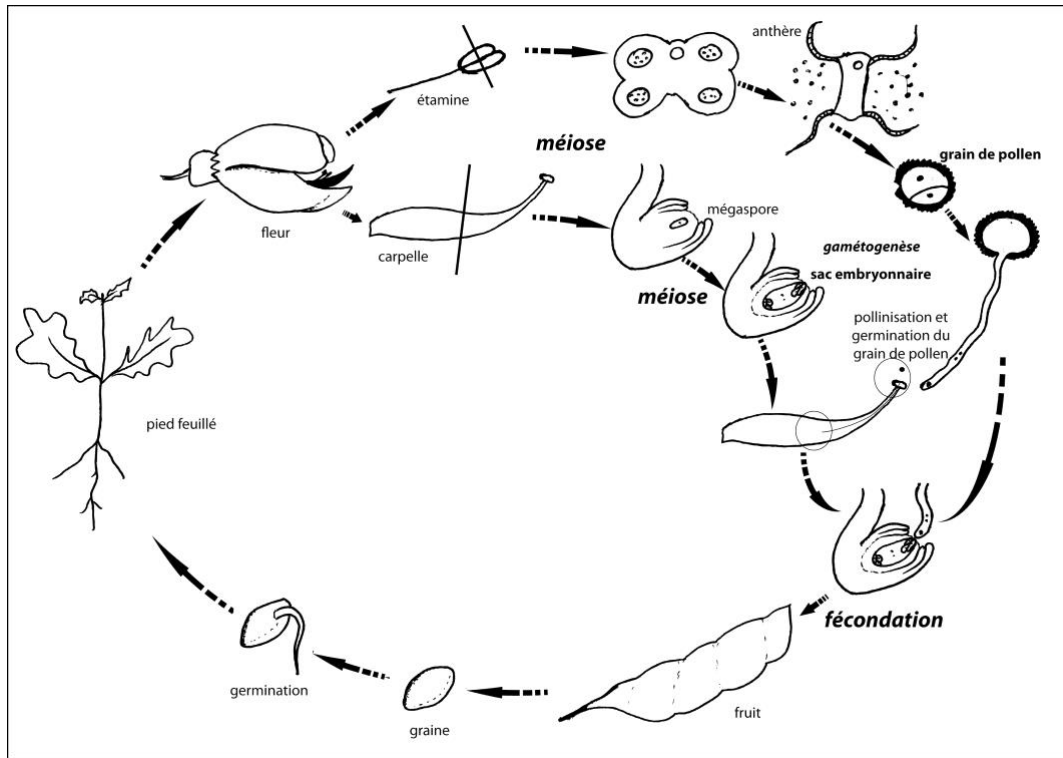
➔ Chaque microspore se transforme en grain de pollen après avoir subi une division (**mitose**) : le noyau haploïde donne un noyau **végétatif** et un noyau **génératif** qui s'entoure d'une paroi cellulosique ; il s'isole une **cellule générative** (= **spermatogène** ou **cellule reproductrice**) au sein du cytoplasme de la cellule végétative et qui produira ultérieurement les spermatozoïdes.

➔



Document : Formation du sac embryonnaire au sein de l'ovule (détail de la formation hors programme)
 ➔ Chaque mégaspore « survivante » subit plusieurs **mitoses successives** et forment le **sac embryonnaire** où se trouve le gamète femelle : **l'oosphère**.

➔



Document : Le cycle de reproduction d'une angiosperme

➔.
➔

B. Les caractéristiques des cycles de reproduction.

1. Une alternance de phases et de générations.

On peut parler de **phase** (diploïde, haploïde) pour un cycle quand on a **multiplication cellulaire** dans un état de ploïdie donné. Ainsi il est possible de définir une **haplophase** ou une **diplophase**.

Une génération est une **étape obligatoire du cycle** constituée d'un ensemble d'organismes +/- identiques entre eux (différences sexuelles près) issus d'une **forme de passage** et donnant 1 autre **forme de passage**, structure transitoire capable de donner 1 organisme

2. Des cycles digénétiques diplophasiques

Faire cycle bleu et rouge sur les cycles (au centre)

→ Chez polypode

Notions à dégager :

- **la génération sporophytique** : du zygote au sporange (qui donnera spores = **forme de passage**) – pied feuillé = sporophyte

- **la génération gamétophytique** : des spores aux gamètes (forme de passage) - le prothalle est le gamétophyte.

Rq1: pour une génération chez les végétaux → suffixe phyte → en fonction de la forme de passage produite → gaméto ou sporo phyte

Rq2 : -ange → structure délimitée par une paroi pluricellulaire donnant soit des spores (sporange), soit des gamètes (gamétanges)

Ainsi, le cycle de reproduction du Polypode comporte 2 générations successives. On note une alternance de générations (fécondation et méiose étant séparées dans le temps) : le cycle de reproduction est **digénétique**.

→ Chez les Angiospermes

Notions à dégager :

- **la génération sporophytique** (zygote, la graine, la plantule et le pied feuillé). C'est au niveau des fleurs que vont être produites les spores (microspores et macrospores). Le pied feuillé est le **sporophyte** ;

- **la génération gamétophytique** (spores, les grains de pollen et les sacs embryonnaires, producteur des gamètes) - les grains de pollen et les sacs embryonnaires sont les **gamétophytes**.

Ainsi, le cycle de reproduction des Angiospermes comporte 2 générations successives. On note une alternance de générations (fécondation et méiose étant séparées dans le temps) : le cycle de reproduction est **digénétique hétéromorphe** (sporophyte et gamétophyte différents morphologiquement et par la durée de vie), haplo-diplophasique à sporophyte dominant (réduction extrême de l'haplophase).

Le gamétophyte femelle se développe au sein du sporophyte. On parle **d'angioprothallie**.

Le zygote se développe aux dépens du sporophyte. C'est une sorte de « viviparité »

Le fruit, les enveloppes et certaines réserves de la graine sont d'origine sporophytique de la génération n, alors que l'embryon représente la génération n+1. Il y a donc dans le cycle des Angiospermes un emboîtement des générations (poupées russes)

3. Bilan :

Cycle = succession de générations dans le temps

Passage d'1 génération à l'autre par des formes spécifiques (gamète/zygote et spores) et des mécanismes spécifiques cellulaires (méiose/fécondation)

Diversité des cycles est liée au nb de génération, à l'importance relative de chacune

Interdépendance des échelles (cycle = organisme, méiose/fécondation = cellulaire)

c. Les méiospores : des cellules clé dans le cycle de reproduction des Embryophytes
(revenir sur le titre)

1. Des cellules issues de la méiose

Cf cycle

Chez le polypode comme chez les Angiosperme, les méiospores sont le **résultat de la méiose**

2. Des cellules qui réalisent mitoses et différenciation

Cf cycle

Faire schémas

Ovule → **Spermatophyte**

Sac embryonnaire se forme dans ovule (plus particulièrement dans le nucelle)

→ *Attention il faut compléter ce paragraphe avec la partie TP sur organisation grain de pollen et sac embryonnaire*

3. Des cellules qui participent ou pas à la dissémination

Dissémination :

Moyen par lequel une espèce parvient à **modifier sa répartition géographique**. La dissémination pourra ainsi faire migrer une population mais surtout faire s'installer de nouvelles colonies de la population, voire augmenter l'extension géographique de la population.

La dissémination se fait au moyen de :

- *des graines ou des fruits : c'est un gros aspect de la définition : les samares, les aigrettes, les crochets, les fruits charnus, les projections de graines, etc... Cf partie correspondante Cf III*
- **des spores** : **spores des champignons**, **spores des polypodes**.
- *des organes végétatifs spécialisés : boutures, marcottes, etc.... Cf SV-G-2*

La dissémination est souvent associée à des phénomènes de multiplication (mais pas toujours...).

Cf cycle

D. Quelques critères en lien avec les cycles de reproduction utilisables en phylogénie

A compléter avec SV-K 2-1

Embryophytes = groupe de végétaux présentant un **embryon pluricellulaire polarisé**, qui se développe en utilisant les réserves issues de la plante mère.

- Cycle digénétique
- **Polypode** : gamétange
- **Angiosperme** : ovule – **spermatophyte**

Comment se fait la fécondation et donc la rencontre des gamètes alors que les organismes parents sont fixés ?

II. La rencontre des gamètes et la fécondation chez les Embryophytes

- A. La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec le milieu de vie.

Cf TP déhiscence sporange et anthère

Faire schémas



B. La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec les structures disséminées ou dispersées

Chez les Angiospermes, ce sont les grains de pollen = gamétophytes mâles qui sont libérés des anthères donc la fécondation est précédée d'une pollinisation → Cf TP

Transport du pollen de l'étamine d'une fleur au stigmate de la même ou d'une autre fleur par le biais d'un vecteur, biotique ou abiotique = **pollinisation**.

1. Les deux principaux types de pollinisation : des grains de pollen et des fleurs aux caractéristiques en lien avec le vecteur de dispersion

Dispersion :

Moyen par lequel une collection d'objets **est éparpillée dans l'espace**. Ainsi, la dissémination d'une espèce pourra se faire grâce à la dispersion de graines, de boutures, de marcottes... Cf partie **correspondante MAIS la dispersion** d'un objet biologique (**des spermatozoïdes de Mammifère, par exemple**, ou bien des **grains de pollen**) **ne représente pas forcément un moyen de dissémination** de l'espèce. Tout MOUVEMENT n'est pas forcément de la dissémination.

En effet, **pour qu'il y ait dissémination, il faut produire (au moins) un nouvel individu qui s'installe «ailleurs»** à une certaine distance du pied mère.

Le grain de pollen effectue bien une distance parfois très grande : c'est donc bien du **mouvement**, c'est donc bien de la **dispersion** de pollen. Mais une fois qu'il est «arrivé», il y a une double fécondation et ensuite une (plusieurs) **graine(s)** contenue(s) dans un fruit. Et **ce fruit est sur la plante mère** : il n'y a pas la moindre **dissémination**.

ENSUITE, ensuite seulement, si le fruit voyage, si la graine voyage, alors il y aura bien dissémination.

Le pollen va être **dispersé** par différents vecteurs :

- le vent,
- les animaux (surtout les insectes),
- l'eau (rare).

Au cours de l'évolution, des adaptations se mettent en place de manière à optimiser le mode de dispersion.

Ainsi on distingue :

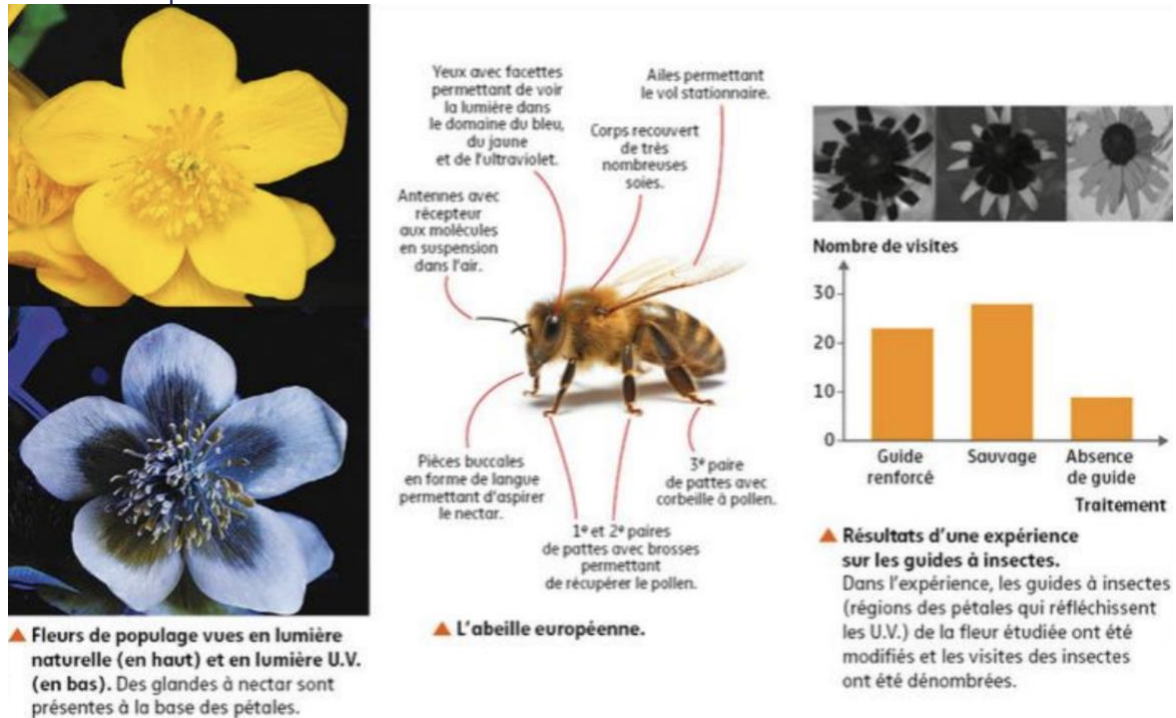
- les fleurs anémophiles (20% des espèces des régions tempérées)
- les fleurs zoïdophiles (entomophiles – 80% des espèces zoïdophiles des régions tempérées par exemple),
- les fleurs hydrophiles.

	Fleur anémophile	Fleur entomophile
Exemples	 <i>Poa</i> (Poacées)	 <i>Salvia</i> (Lamiacées)
Morphologie	Fleur discrète, terne, 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
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 adhérant 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

Document : Comparaison des caractères de fleurs anémophiles et entomophiles – à savoir

Si le temps faire schémas des deux fleurs

2. Coadaptation – coévolution entre fleurs et insectes



Les insectes qui se nourrissent (ou nourrissent leurs larves) du pollen et du nectar qu'ils trouvent dans les fleurs assurent involontairement la **pollinisation***, passant d'une fleur à l'autre. Ils favorisent ainsi la fécondation croisée. Les deux partenaires tirent avantage de cette collaboration : les plantes à fleurs (angiospermes) et les insectes pollinisateurs, comme les hyménoptères (abeilles, bourdons) se sont diversifiés simultanément depuis 100 Ma. On compte aujourd'hui environ 300 000 espèces

d'angiospermes et 20 000 espèces d'abeilles. Ces groupes ont évolué conjointement, la diversification des uns favorisant celle des autres : les insectes pollinisateurs présentent des adaptations particulières facilitant la récolte et le transport du nectar et du pollen, tandis que les fleurs entomophiles* présentent des adaptations les rendant plus attractives pour les insectes. Plantes entomophiles et pollinisateurs sont ainsi le produit d'une **coévolution***.

Document : relation entre caractéristiques fleur popule et insecte pollinisateur

c. Une fécondation externe ou interne en réponse aux structures libérées

1. Chez le polypode, la fécondation est externe et dépendante de la présence d'eau.

Cf cycle

Mettre sur le cycle tout en expliquant – insister fécondation externe et dépendance de l'eau

Le zygote obtenu

Se développe en un embryon, nouveau sporophyte, qui s'organise rapidement en racine, rhizome, première feuille et suçoir.

Suçoir = organe nutritif plonge dans le prothalle → **l'embryon se développe aux dépens du gamétophyte**, le temps qu'il développe ses propres feuilles et devienne autotrophe.

2. Chez les Angiospermes, la double fécondation interne siphonogame est assurée par une croissance apicale orientée du tube pollinique

a. Phénomènes cytologiques (stades 1 à 3 du schéma)

Le début de la germination du pollen est marqué par un gonflement de l'élément par absorption d'eau prélevée sur la surface humide du stigmate et qui pénètre par osmose. La turgescence du grain entraîne la saillie de la cellule végétative par un pore de l'exine (aperture) ; cette saillie s'allonge en un tube pollinique dans lequel s'engage le noyau végétatif.

Si il y a compatibilité (Cf SV-F 4- paragraphe auto-incompatibilité gamétophytique) → **tri des tubes polliniques** → poursuite croissance du tube pollinique

Schéma à faire (stades 1 à 3)

b. Trajet du tube pollinique (stades 4 à 5)

Le tube pollinique s'insinue entre les cellules papilleuses de la surface du stigmate et pénètre dans le style. La croissance du tube est un processus de synthèse de paroi cellulaire.

A l'arrière, se trouve une zone très vacuolisée limitée par un **bouchon de callose** : au fur et à mesure de la croissance du tube pollinique, apparaissent de nouveaux bouchons de callose qui maintiennent la turgescence du tube et entraînent la migration du cytoplasme, des gamètes mâles, du noyau végétatif et de l'ensemble des organites qui restent ainsi à proximité de l'apex

Insistez sur gamètes jamais à l'ext, fécondation interne, s'affranchit de l'eau → siphonogamie

De l'arrivée du grain de pollen sur le stigmate au transport passif des grains de pollen au sac embryonnaire

La croissance apicale du tube pollinique

c. Orientation du tube pollinique

Deux mécanismes : le tube pollinique pourrait suivre des **voies pré-tracées (guidage mécanique)** ou croître selon **un gradient de substances chimiques (chimiotropisme)**. Les données actuelles permettent de penser que ces deux mécanismes coexistent.

3. La double fécondation, une caractéristique des Angiospermes

a. Les modalités de la double fécondation

b. Les conséquences de la double fécondation (CfTP)

→ Les conséquences au niveau du sac embryonnaire

Le **zygote principal** se développe en **un embryon** diploïde pourvu d'une seule feuille embryonnaire (monocotylédone) ou de deux feuilles embryonnaires (dicotylédone)

Le **zygote accessoire** donne naissance à un **tissu de réserve, l'albumen, triploïde**.

L'albumen régresse dans la plupart des espèces au cours de la formation de la graine, au profit du ou des cotylédons. Dans ce cas, il se forme une **graine exalbuminée** ; si l'albumen persiste, la **graine est albuminée**. (CfTP)

→ Les conséquences au niveau de l'ovule

-Les téguments de l'ovule se transforment en **tégument de la graine**. Ils durcissent et se lignifient, assurant ainsi une **meilleure protection de l'embryon**.

→ Les conséquences au niveau de la fleur (et plus particulièrement de l'ovaire)

Rappel : Un caractère à l'état dérivé et partagé par un groupe monophylétique est une synapomorphie – SV-K-2-1

III. Le nouvel individu, issu de la fécondation, participera en fonction des Embryophytes à la dissémination de l'espèce

Cf partie II → définition dispersion – dissémination

En bref :

Dispersion : **pas de modification** de la répartition géographique

Dissémination : **modification** de la répartition géographique → structures adaptées aux vecteurs de dissémination (CfTP)

A. Chez le polypode, le nouvel individu se développe aux dépens du gamétophyte

Cf partie correspondante

Il n'y a donc pas dispersion du zygote et il y a eu dissémination des spores = structure unicellulaire, déshydratée, en vie ralentie, protégée par une paroi.

B. Chez les Angiospermes, le nouvel individu est disséminé au moyen de la graine et/ou du fruit

1. La graine, organe de dissémination

CfTP pour modalité de dissémination

La graine contient :

L'embryon, susceptible de se développer en un nouvel individu,

Des réserves, qui sont utilisées lors de la germination.

Les graines sont :

déshydratées

en vie ralentie

pluricellulaires

peuvent être protégées dans un fruit qui peut contribuer à sa dissémination

Mettre graine forme de dissémination sur cycle

2. Déclenchement de la germination :

Compléter cycle

→ Ce contrôle est soumis à des **facteurs environnementaux**. La **dormance**, phénomène intrinsèque, permet d'éviter une germination trop précoce après un redoux hivernal.

En effet, les graines -même si les conditions extérieures sont favorables (présence d'eau et d'O₂, température clémente) – sont le plus souvent incapables de germer. C'est cette incapacité physiologique de germer qui est appelée **dormance**.

→ Dans les conditions naturelles, la levée de dormance est réalisée par le passage de l'hiver. C'est un des mécanismes synchronisant le cycle de développement (succession de phases) de la plante avec le cycle des saisons ; il permet d'empêcher qu'une période d'hiver plus clémente ne déclenche de façon prématurée, le développement d'une plantule qui pourrait ensuite être interrompu par le retour du froid de saison.

Conclusion

La reproduction sexuée conserve les caractéristiques de l'espèce (tri des tubes polliniques) mais participe à la diversité (brassage génétique lors de la gamétogenèse, rencontre aléatoire des gamètes..) mais elle représente un coût élevé :

La formation des gamétophytes, des gamètes est un processus long donc coûteux en énergie (synthèse des composés pariétaux, réserves du pollen, des graines, des spores alors que ces structures vont dégénérer).

La reproduction sexuée met en jeu le plus souvent deux organismes fixés ce qui en fait un processus coûteux puisqu'il faut rencontre des gamètes pour former un seul descendant.

La formation des structures de dissémination de l'espèce (spores des fougères, graines et fruits des angiospermes) dont la production est, là encore, coûteuse.

De nombreuses Embryophytes sont capables d'un autre mode de reproduction, asexué, ne mettant en jeu qu'un seul organisme (SV-G-2) ce qui sera moins coûteux en énergie.

Extrait du programme.....	1
Introduction.....	3
I. Les cycles de reproductions sont caractérisés par une succession de générations	4
A. Construction des cycles de reproduction de 2 Embryophytes	4
1. Le cycle du Polypode.....	4
2. Le cycle des « Angiospermes ».....	5
B. Les caractéristiques des cycles de reproduction.	7
1. Une alternance de phases et de générations.	7
2. Des cycles digénétiques diplophasiques	7
3. Bilan :	8
C. Les méiospores : des cellules clé dans le cycle de reproduction des Embryophytes (revenir sur le titre)	9
1. Des cellules issues de la méiose	9
2. Des cellules qui réalisent mitoses et différenciation	9
3. Des cellules qui participent ou pas à la dissémination	10
D. Quelques critères en lien avec les cycles de reproduction utilisables en phylogénie	10
II. La rencontre des gamètes et la fécondation chez les Embryophytes.....	11
A. La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec le milieu de vie.	11
B. La fécondation implique une phase de rapprochement des gamètes en lien avec les structures disséminées ou dispersées.....	12
1. Les deux principaux types de pollinisation : des grains de pollen et des fleurs aux caractéristiques en lien avec le vecteur de dispersion	12
2. Coadaptation – coévolution entre fleurs et insectes.....	13
C. Une fécondation externe ou interne en réponse aux structures libérées	13
1. Chez le polypode, la fécondation est externe et dépendante de la présence d'eau.	13
2. Chez les Angiospermes, la double fécondation interne siphonogame est assurée par une croissance apicale orientée du tube pollinique	14
a. Phénomènes cytologiques (stades 1 à 3 du schéma)	14
b. Trajet du tube pollinique (stades 4 à 5)	14
c. Orientation du tube pollinique	15
3. La double fécondation, une caractéristique des Angiospermes	15

a.	Les modalités de la double fécondation.....	15
b.	Les conséquences de la double fécondation (Cf TP)	16
III.	Le nouvel individu, issu de la fécondation, participera en fonction des Embryophytes à la dissémination de l'espèce.....	17
A.	Chez le polypode, le nouvel individu se développe aux dépens du gamétophyte	17
B.	Chez les Angiospermes, le nouvel individu est disséminé au moyen de la graine et/ou du fruit	17
1.	La graine, organe de dissémination	17
2.	Déclenchement de la germination :	17
	Conclusion.....	17