

Royaume du Maroc



Ministère de l'éducation nationale du préscolaire et des sports
Académie régionale de l'éducation nationale de Marrakech
Direction provinciale Marrakech

Unité 2:

La reproduction chez les plantes

Tronc commun scientifique

Option française



Prof : Khadija Zekrite

Introduction générale

P 113

La reproduction est la fonction de transfert de la vie des parents aux descendants. Elle assure la multiplication des individus et la conservation de l'espèce.

- Comment se fait la reproduction sexuée des plantes à fleurs et des plantes sans fleurs ?

- Quels sont les types de reproduction asexuée et comment peut-on les appliquer dans le domaine agricole ?

- Quels sont les techniques du génie génétique des plantes et quelle problématique pose ce genre de modification ?

- Comment peut-on classer les plantes et quels sont les critères adoptés pour le classement ?

Chapitre 1:

La reproduction sexuée des plantes à fleurs:

les Phanérogames



Introduction :

✿ La reproduction sexuée fait intervenir deux individus de sexe différent, et elle est caractérisée par deux phénomènes fondamentaux :

- la formation des gamètes.

- La fécondation : Fusion du gamète mâle (♂) avec un gamète femelle (♀), et qui aboutit à la formation d'une cellule appelée œuf.

✿ La fleur contient les organes de reproduction sexuée chez les plantes à fleurs, appelées phanérogames (mariage visible)

✿ Les phanérogames se distinguent en deux groupes :

- Les angiospermes : plantes à graines enfermées dans des fruits.

- Les gymnospermes : plantes à graines nues, non enfermées dans des fruits.

✿ Comment s'effectue la reproduction sexuée chez les angiospermes et les gymnospermes ?

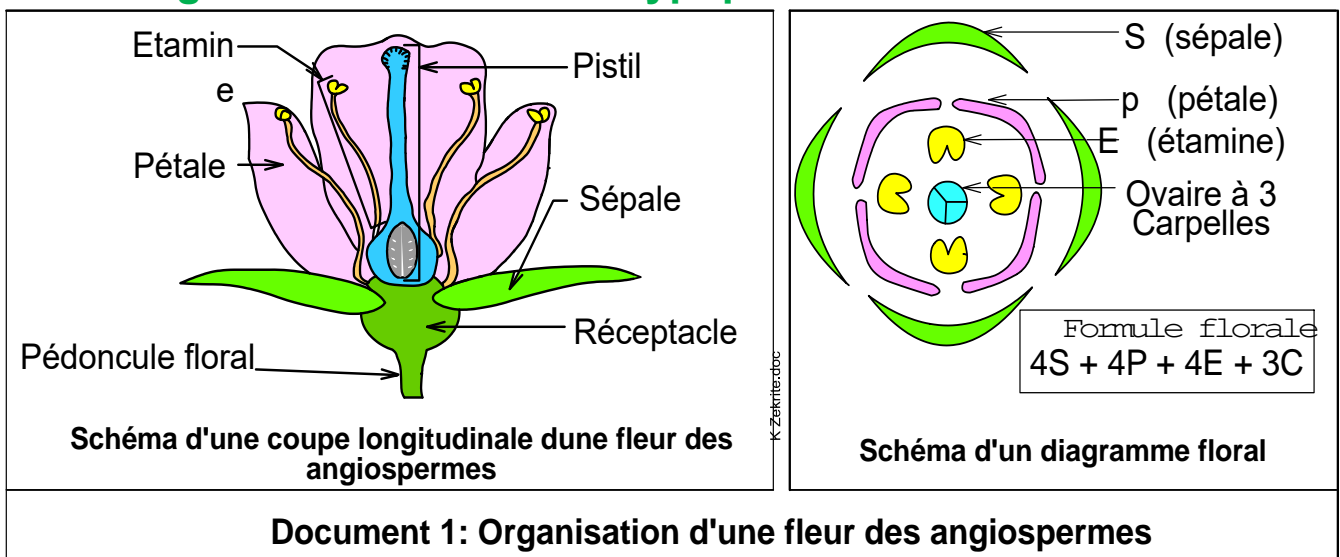
La reproduction sexuée chez les angiospermes

Les angiospermes comprennent 200 000 à 250 000 espèces, ils présentent une grande variété biologique mais une constance de leurs organes reproducteurs et des phénomènes de fécondation :

- Quelle est la structure de la fleur des angiospermes ?
- Quelle est la structure des organes reproducteurs ?
- Quels sont les phénomènes qui président à la transformation de la fleur en graine

I Organisation de la fleur chez les angiospermes

1/ Organisation d'une fleur typique



✿ L'étude de la structure d'une fleur se fait par la réalisation d'une coupe longitudinale ou une représentation sous forme d'un diagramme floral.

✿ La fleur des angiospermes est composée par :

◆ Des pièces stériles : qui jouent un rôle protecteur pour les pièces fertiles, et attractif pour les animaux pollinisateurs :

- Le calice = l'ensemble des sépales
- La Corolle = l'ensemble des pétales

◆ Des pièces reproductrices :

- L'androcée : représente l'organe reproducteur male (♂).

Constitué par l'ensemble des étamines. L'étamine se compose d'un filet et d'une anthère au sommet

- le pistil = gynécée : qui représente l'organe reproducteur femelle (♀). Il est constitué d'un ovaire, un style et un stigmate.

2/ des types distincts de fleurs

Doc 2 p 115 et doc 1 p 117

On note une grande diversité des fleurs chez les angiospermes :

✿ Des **fleurs simples** (fleur d'oranger), des **fleurs composées** (fleur de tournesol et des marguerites), et des fleurs rassemblées en **inflorescence** (géranium, Roquette jaune).

✿ des fleurs bisexuée ou hermaphrodite : la fleur possède à la fois un androcée (organe ♂) et un gynécée (organe ♀) (ex fleur d'oranger) et des fleurs **unisexuées**, c'est-à-dire que la fleur renferme soit l'organe male soit l'organe femelle (fleur de courgette, de Kiwi, du maïs). on distingue néanmoins des espèces **monoïques** : plante dont les organes reproducteurs mâles et femelles sont portés par la même plante (ex la plante de courgette, maïs) et des espèces **dioïques** : plante dont les organes reproducteurs mâles et les organes reproducteurs femelles sont portés par des individus différents (ex palmier dattier, kiwi, l'ortie, caroubier, figuier : dioécie fonctionnelle).

✿ Des fleurs à pétales libres et des fleurs à pétales soudées partiellement ou entièrement.

✿ la position de l'anthere peut être au dessus ou bien au dessous de l'extrémité du pistil.

✿ Malgré cette diversité dans la morphologie, les fleurs des angiospermes présentent une constance de leurs organes reproducteurs et des phénomènes de fécondation

II/ Organisation de l'appareil reproducteur

1/ l'appareil reproducteur mâle : l'étamine

Doc 2 page suivante

Doc 2: L'appareil reproducteur male: l'étamine

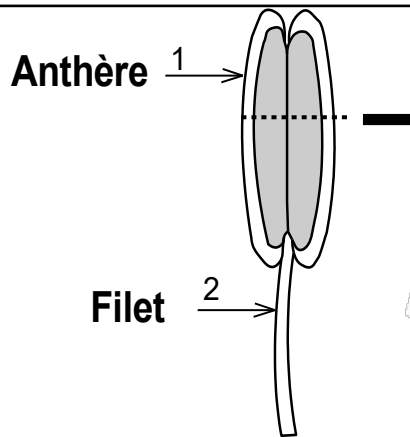


Fig 1: étamine de fleur de Colza

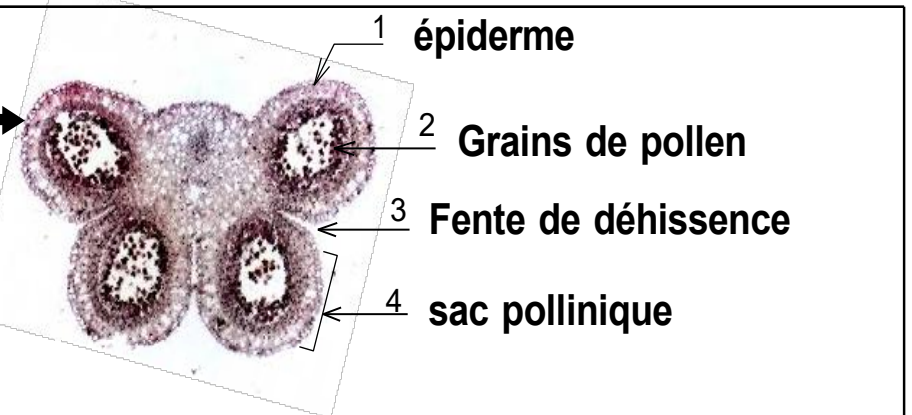


Fig 2: Coupe transversale d'une anthère immature (vue microscopique)

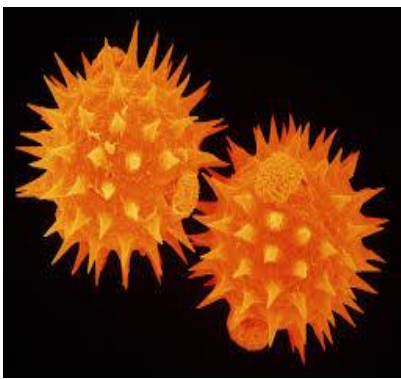


Fig 3: grain de pollen vue au microscope électronique à balayage

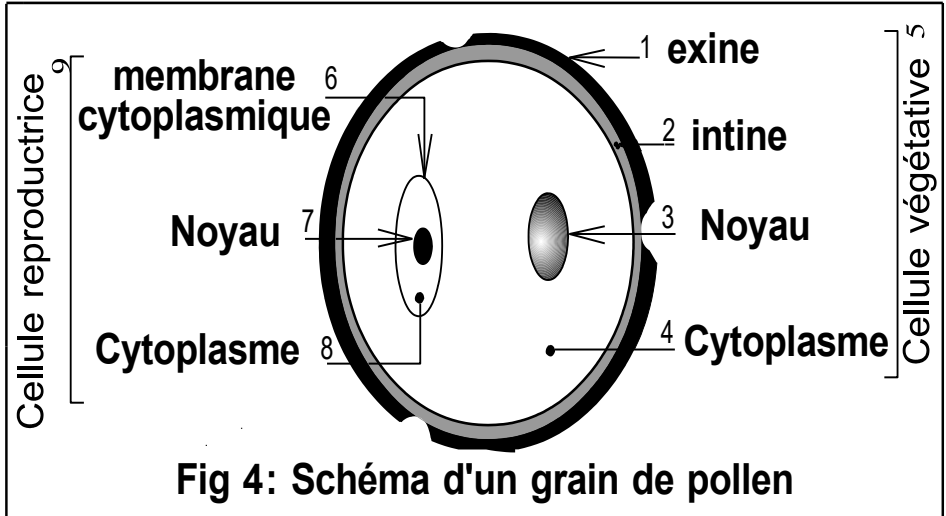
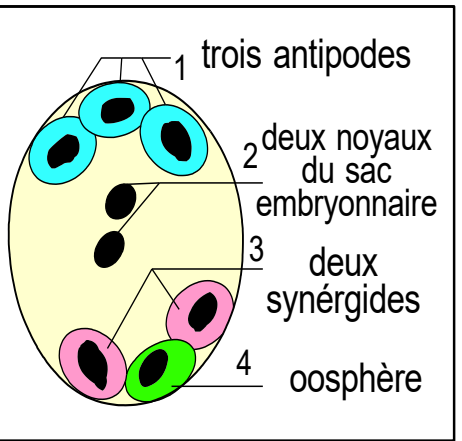
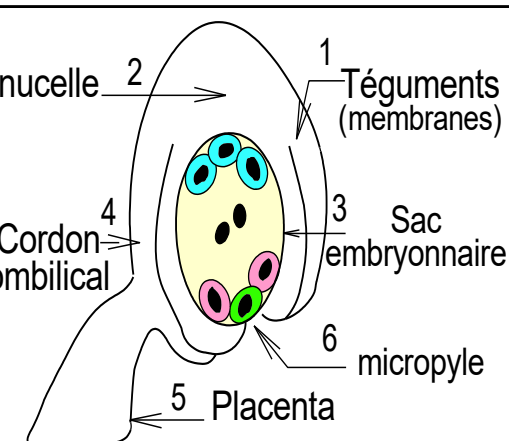
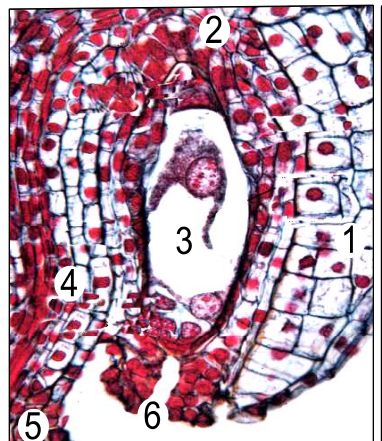
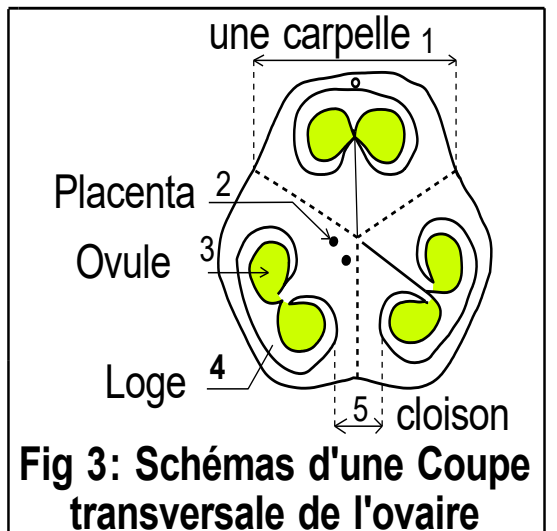
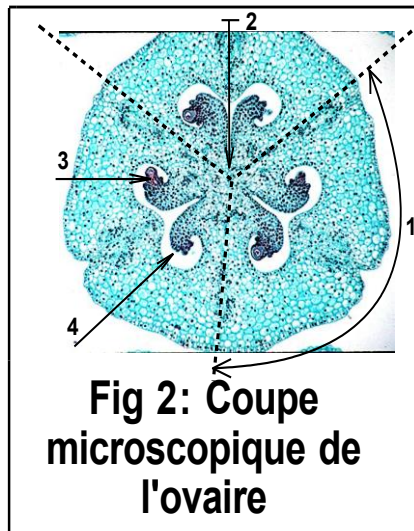
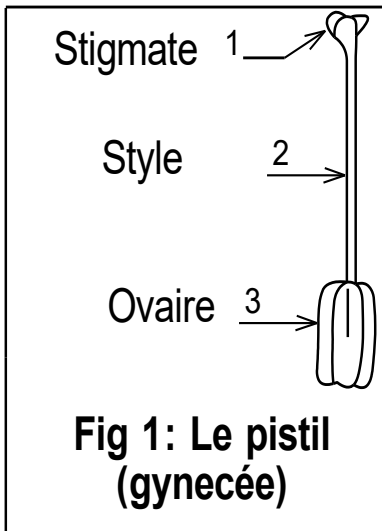


Fig 4: Schéma d'un grain de pollen

- * Une étamine est constituée d'un filet portant à sa partie terminale une anthère.
- * L'anthère se compose de 4 loges appelées sacs polliniques
- * Le sac pollinique produit et renferme les grains de pollen, qui sont libérés à maturité par la fente de déhiscence
- * La forme et la taille des grains de pollen varient d'une plante à l'autre (sphérique ou ovoïde, lisse ou épineuse).
- * Un grain de pollen mûr se compose de deux cellules :
 - une cellule végétative : cellule de grande taille.
 - une cellule reproductrice : cellule de petite taille (équivalent du gamète mâle).
- * Le grain de pollen est appelé gamétophyte mâle puisqu'il contient et produit les gamètes mâles.

1/ l'appareil reproducteur femelle : le pistil doc 3

Doc 3: L'appareil reproducteur femelle: Le pistil



K.Zekrite.doc

- ✿ Le pistil est constitué d'un ovaire, un style et un stigmate.
- ✿ L'ovaire est formé d'un ou plusieurs carpelles
- ✿ Le carpelle enferme un ou plusieurs ovules.
- ✿ L'ovule est :
 - entouré d'un nucelle (tissu nourricier) et d'un ou deux enveloppe (s) ou tégument(s), s'ouvrant sur l'extérieur par une ouverture appelée micropyle, et
 - relié au placenta par le cordon ombilical
 - renferme un sac embryonnaire.
- ✿ Le sac embryonnaire est composé de sept cellules :
 - Une oosphère (gamète femelle chez les plantes).
 - Deux synergides خليتان مساعدتان
 - Trois cellules antipodes خلايا معاكسة

- Une cellule centrale comportant deux noyaux.
- * Le sac embryonnaire est appelé gamétophyte femelle puisqu'il contient et produit les gamètes femelles.

III/ Formation du grain de pollen et du sac embryonnaire

1/ Données préliminaires sur la division cellulaire

Doc p 125 et recherche

- * Pendant la mitose, l'enveloppe nucléaire disparaît laissant les chromosomes libres dans le cytoplasme
- * Les chromosomes sont des éléments microscopiques contenus dans le noyau des cellules, et sont le support de l'information génétique.
- * Les individus de la même espèce se caractérisent par un nombre défini de chromosomes, ce nombre est appelé formule chromosomique.
- * Les cellules (ou les individus) sont dites diploïdes si leurs chromosomes sont sous forme de paires (homologues), on symbolise leur formule chromosomique par $(2n)$. Par exemple chez la drosophile : $2n = 8$
- * Les cellules (ou les individus) sont dites haploïdes si leurs chromosomes ne sont pas homologues, on symbolise leur formule chromosomique par (n) . Par exemple chez le champignon penicillium : $n = 4$
- * La mitose d'une cellule mère donne deux cellules filles identiques possédant chacune le même nombre de chromosomes que la cellule mère.
- * La méiose se déroule en deux divisions cellulaires, chaque cellule mère diploïde donne 4 cellules filles haploïdes. La méiose vise donc la réduction du nombre de chromosomes, ainsi, elle est responsable de la formation des gamètes.

2/ Les étapes de la formation du grain de pollen P 127

- * L'anthère immature (jeune) contient des cellules mères des grains de pollen qui sont diploïdes $(2n)$.
- * Chaque cellule mère subit la méiose et donne naissance à 4 cellules (une tétrade) haploïdes (n) nommées microspores.
- * Chaque microspore subit une mitose et donne deux cellules (une cellule végétative de grande taille et une cellule reproductrice de petite taille) et élabore une enveloppe externe complexe pour former un grain de pollen.
- * A maturité les grains de pollen sont libérés par la fente de déhiscence de l'anthère.

3/ Les étapes de la formation du sac embryonnaire : P 129

* Dans un jeune ovule, l'une des cellules du nucelle (sporogène) se différencie en une cellule mère du sac embryonnaire à $2n$ chromosomes.
* Elle subit une méiose et donne 4 cellules haploïdes appelées macrospores.

* Sur ces 4 macrospores, 3 dégénèrent (meurent). Celle qui reste subit 3 mitoses et donne 8 noyaux qui sont ensuite cloisonnées en 7 cellules.

* Les sept cellules du sac embryonnaire sont haploïdes, elles sont issues de l'évolution de la macrospore.

IV/ De la fleur à la graine et au fruit

1/ La pollinisation:

a- Importance des grains de pollen dans la formation du fruit doc 1 p 131

* Les grains de pollen sont nécessaires à la maturité de la fleur et la transformation du pistil en fruit contenant des graines.

* Le transfert des grains de pollen de l'anthère au stigmate du pistil est qualifié de pollinisation.

b- Les types de pollinisation doc 2 p 131

* Il y'a deux types de pollinisation :

- L'autopollinisation (pollinisation directe) : dépôt du pollen des étamines sur le stigmate de la même fleur. Ce type est possible dans le cas des fleurs bisexuées.

- la pollinisation croisée (indirecte) : dépôt du pollen des étamines sur le stigmate d'une autre fleur de la même espèce. Ce type est obligatoire chez les fleurs unisexuées et chez les fleurs bisexuées dont Les organes sexuels mâles et femelles ne mûrissent pas en même temps ; aussi dans certaines fleurs qui ont un long style et de courtes étamines ...

* La pollinisation est assurée par plusieurs agents : l'eau, le vent, la gravité, les insectes et d'autres animaux tels les oiseaux, elle se fait rarement par l'Homme (artificielle).

c- Importance agricole de la pollinisation : doc 3 p 133

* La production du champ témoins est faible par rapport au champ expérimental, dans ce dernier la rentabilité du tournesol diminue lorsque la distance entre les ruches des abeilles et le champ augmente.

* Les abeilles assurent la pollinisation et de ce fait elles améliorent la rentabilité agricole.

* La production des dattes dans les oasis exige l'intervention de l'Homme comme agent de pollinisation. L'Homme secoue (agite) des branches de fleurs mâles sur les fleurs femelles d'un autre pied du palmier dattier.

2/ La germination des grains de pollen:

a- expérience de germination du grain de pollen in vitro

Doc 1 p 133

- * Dans un milieu nutritif, le grain de pollen germe et engendre un tube appelé tube pollinique.
- * Le tube pollinique s'allonge dans la direction du stigmate, ce qui impose que le stigmate sécrète une substance chimique qui attire et détermine le sens de croissance du tube, on parle d'un phénomène de chimiotropisme.
- * La germination du grain de pollen nécessite
 - la présence de l'eau.
 - la présence de substances nutritives.
 - la compatibilité entre les grains de pollen et les stigmates (il faut qu'il soient de la même espèce).

b- La germination du grain de pollen sur le stigmate :

- * Au cours de la pollinisation, les grains de pollen sont déposés sur le stigmate d'une fleur de la même espèce au niveau duquel ils germent.
- * Le tube pollinique s'introduit et s'allonge dans le style du pistil pour rejoindre l'ovule.
- * La germination du grain de pollen se déroule dans les étapes suivantes :
 - gonflement du grain par absorption de l'eau de la surface du stigmate.
 - Un tube pollinique se forme grâce à la croissance de la cellule végétative, dont le noyau occupe l'extrémité de ce tube.
 - La cellule reproductrice s'engage dans le tube pollinique puis se divise pour donner deux gamètes mâles : spermatozoïdes ou anthérozoïdes.

3/ La double fécondation: Fig p 135 + vidéo

- * Quand le tube pollinique atteint l'ovule, il pénètre à travers le micropyle, perce le nucelle et se met en contact avec le sac embryonnaire.
- * Les deux anthérozoïdes pénètrent dans le sac pollinique :
 - L'un des deux anthérozoïdes (n) féconde l'oosphère pour donner l'œuf (zygote) principal à 2n chromosomes.
 - L'autre anthérozoïde (n), s'unit aux deux noyaux de la cellule centrale du sac embryonnaire (n+n) pour donner un œuf accessoire triploïde (3n chromosomes).
- * Cette double fécondation est caractéristique des angiospermes.

4/ Formation de la graine et du fruit:

a- Origine et étapes de formation de la graine doc 1 p 137

✿ Après avoir été fécondée par le pollen, la fleur se fane (flétri), l'ovule se transforme en graine et la paroi de l'ovaire se transforme en fruit

Doc 2 p 137

✿ La graine se forme suite à la double fécondation suivant les étapes suivantes :

- L'œuf principal subit des mitoses et donne un embryon, à l'origine de la future plante.
- L'œuf accessoire subit des mitoses et donne une masse cellulaire, appelée albumen (tissu nourricier de l'embryon).
- Les téguments de l'ovule donnent les téguments de la graine.

✿ La graine subit une déshydratation (perte d'eau) et entre dans une vie ralentie (diminution du rythme respiratoire, nutritif...).

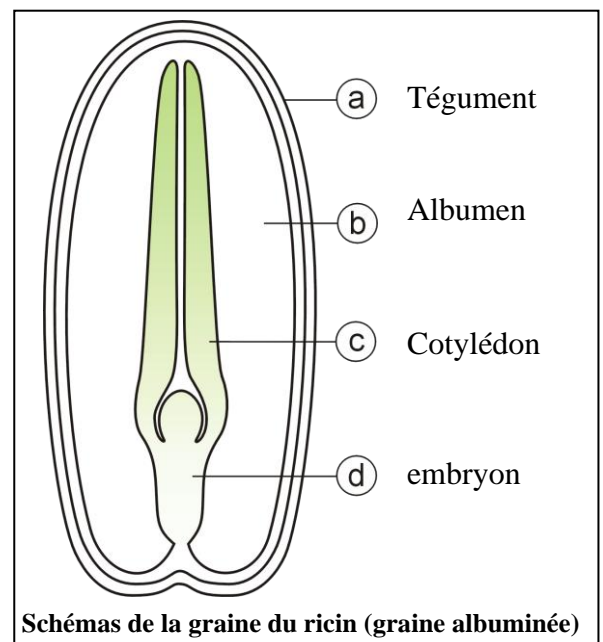
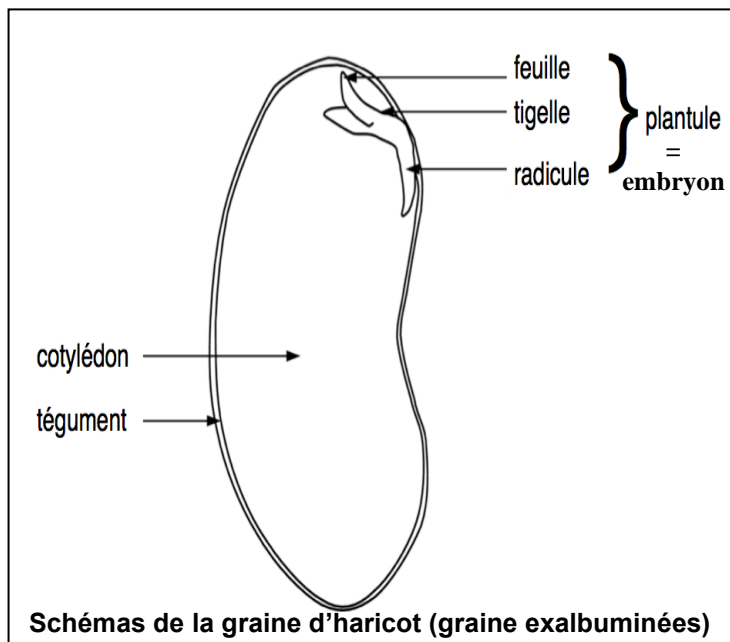
✿ Le plus souvent l'albumen ($3n$) se développe aux dépens de nucelle et emmagasine les réserves nutritives, qui seront utilisées par l'embryon lors de la germination. Les graines de ce type sont dites « albuminées », exemple graine du ricin (الخروع شدة الجمل)

✿ Au contraire, dans les graines dites « exalbuminées », les réserves sont stockées directement dans les cotylédons de l'embryon, l'albumen étant alors très réduit. Exemple graine du haricot.

b- Structure de la graine

Demander aux élèves de faire un dessin de la graine d'haricot (graine exalbuminée) et du ricin (graine albuminée)

Doc 2 p 139



V/ Dissémination des graines et germination :

1- Dissémination des graines

Doc 1 p 139

Activité : demander aux élèves de ramasser des graines de différents angiospermes (dicotylédones, monocotylédones...)

La dissémination des graines est le transport des graines en des lieux éloignés de la plante mère. Elle se fait de différents modes :

- la plante elle-même (gravité).
- le vent: graines poilues, ailées ou très légères ;
- l'eau
- mammifères, oiseaux, insectes, etc
- L'Homme par tous les moyens qu'il a développé en agriculture.

2- Germination des graines :

a- Les étapes de germination de la graine d'haricot

Doc 3 p 139 + TP

TP : demander à l'avant (15 j) aux élèves de faire germer des graines d'haricot ou de lentille ou de petit pois)

Les étapes de germination de la graine d'haricot sont :

- ① Gonflement de la graine par absorption d'eau.
- ② La déchirure des téguments (écorce) de la graine
- ③ La sortie de la radicule (petite racine) qui croît et s'enfonce dans le sol.
- ④ La croissance de la tigelle (petite tige) et la sortie de la plantule du sol.
- ⑤ La chute de l'écorce et l'apparition des cotylédons et des premières feuilles.
- ⑥ La dégénérescence des cotylédons suite à l'épuisement des réserves qui ont assurée la croissance de la plantule.
- ⑦ La croissance de différentes parties et apparition d'autres feuilles qui vont assurer l'autotrophie de la plante.

b- Les conditions de germination des graines doc 4 p 141

■ **Hypothèse** : peut être que la germination des graines dépend des facteurs climatiques (température, humidité ...)

■ **Expériences et interprétations**

Expérience 1 :

Analyse : la graine ne germe pas en absence d'eau et si la température est basse (6°C)

Conclusion : La germination de la graine nécessite :

- La présence d'eau

- La chaleur : 20°C c'est la température convenable

Expérience 2 :

Analyse :

On note une montée d'eau colorée dans le tube lié à l'*erlenmeyer* contenant les graines en germination, ce qui n'est pas le cas pour le tube lié à la fiole contenant les graines sèche.

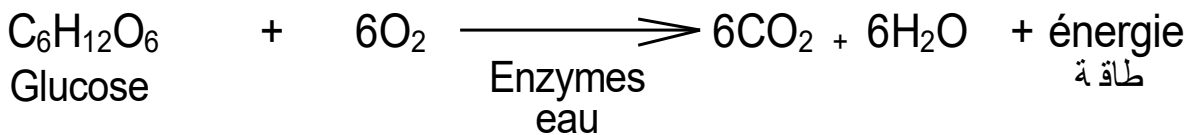
Explication :

◆ Rappel : le KOH (hydroxyde de potassium) absorbe le CO₂

◆ Les graines en germination absorbent un gaz, ce qui provoque la montée de l'eau colorée dans le tube en U :

◆ D'autres expériences ont montré que le gaz utilisé par les graines en germination est l'oxygène.

Conclusion : les graine en germination utilisent O₂ et rejettent le CO₂, il s'agit d'un phénomène de respiration, qui a pour objectif la synthèse d'énergie



Expérience 3 :

Analyse : la température dans le vase contenant les graines en germination est plus élevée (22°C) que la température dans le vase contenant les graines sèches (20°C).

Conclusion : les graines libèrent de la chaleur pendant leur germination, ce qui impose que la graine accomplie des réactions chimiques.

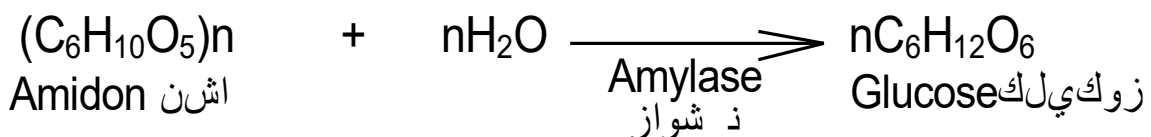
Expérience 4 :

Rappel : l'eau iodée met en évidence la présence d'amidon, il donne en présence d'amidon une coloration bleue.

Explication :

◆ Les graines en germination produisent une enzyme appelée l'amylase النشواز

◆ Cet enzyme provoque l'hydrolyse de l'amidon (dissociation en présence de l'eau (حلمأة النشا) selon la réaction chimique suivante :



◆ La disparition de l'amidon par cette réaction tout autour des graines en germination entraîne la décoloration de l'eau iodée et donc l'apparition des plages incolores.

■ Conclusion générale

↳ Pendant la germination :

* La graine absorbe l'eau (expérience 1) pour simplifier l'amidon stocké dans ses tissus de réserves et le transforme en un sucre simple le glucose (expérience 4).

* La graine utilise ce glucose produit en présence d'O₂ absorbé (expérience 2) pour synthétiser l'énergie nécessaire à la croissance de la plantule, une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur (expérience 3), le CO₂ est un gaz rejeté suite à ces réactions de respiration (expérience 2)

* Les différentes réactions chimiques sont catalysées par des enzymes, qui nécessitent une température optimale : 20°C (expérience 1)

↳ La germination de la graine traduit donc un passage d'une vie ralentie à une vie active (accélération de la respiration, mobilisation des réserves...).

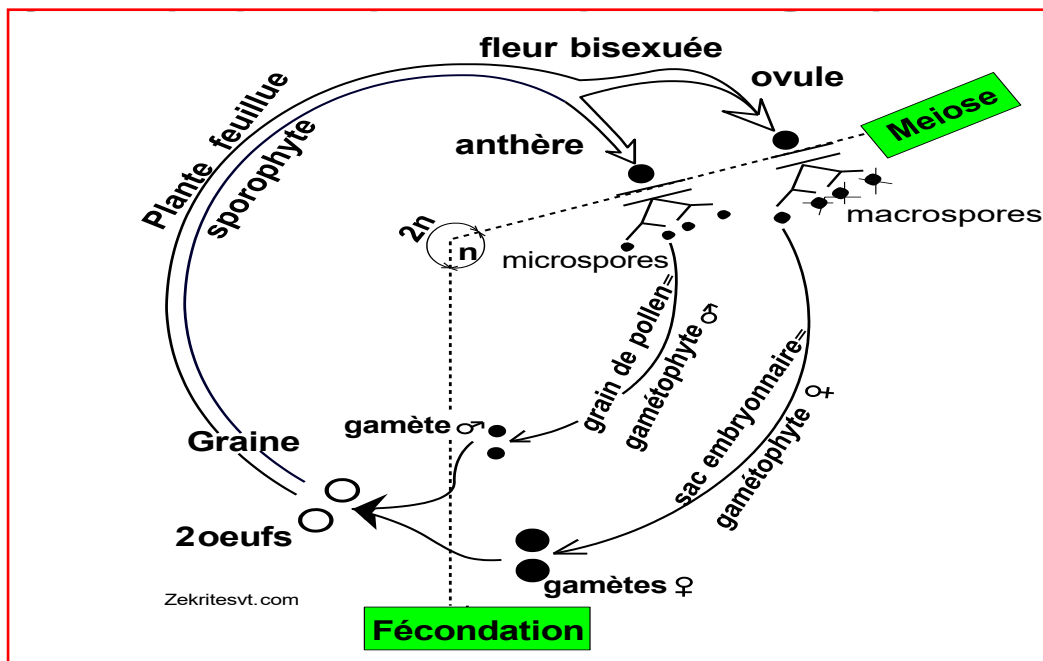
VI/ Le cycle de vie des angiospermes P 145

Chez une angiosperme :

* La génération diploïde (2n) est représentée par la plante feuillue qui produit par méiose des spores, elle est pour cette raison appelée sporophyte

* La génération haploïde (n) est représentée par le grain de pollen et le sac pollinique qui produisent les gamètes, ils sont pour cette raison appelés des gamétophytes.

* Le cycle de vie est caractérisé par l'alternances du sporophyte diploïde (2n) et du gamétophyte mâle et femelle haploïdes (n), on parle d'un **cycle haplodiplophasique**



Cycle haplodiplophasique d'une plante angiosperme

La reproduction sexuée chez les gymnospermes

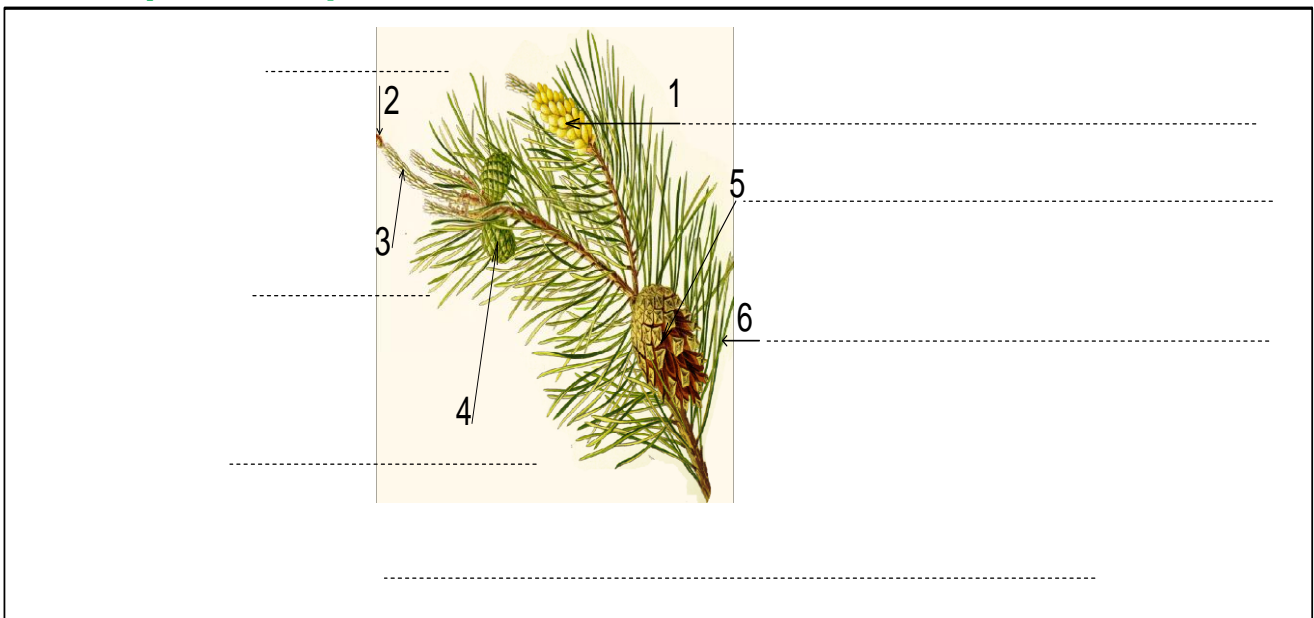
I/ Quelques caractéristiques des gymnospermes doc 1 p 147

Les gymnospermes sont des plantes à fleurs, leur graine est nue (non enfermée dans un fruit).

- Quelle est la structure des organes reproducteurs des gymnospermes ?
- Quels sont les phénomènes qui président à la transformation de la fleur en graine

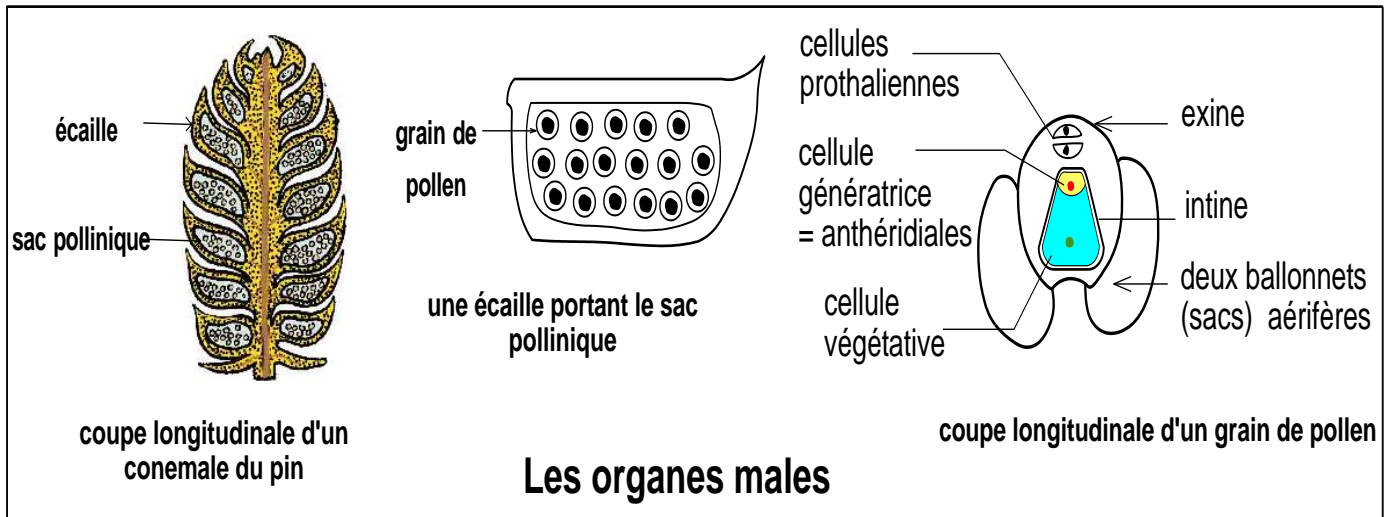
II/ Organisation de l'appareil reproducteur :

1/ Cônes mâles et cônes femelles, exemple cône du pin d'Alep doc 2 p 147



- Le cône est une inflorescence chez les gymnospermes.
- Le pin est un conifère dioïque : sur le même pied on rencontre les cônes (fleurs) mâles et les cônes femelles.
- Les cônes ♂ sont de petite taille, poussent en groupes à la base du rameau, ils sont rarement observables sur l'arbre car ils disparaissent quelques jours après avoir libérés les grains de pollen.
- Les cônes ♀ sont solides, de grande taille, isolés et visibles toute l'année sur l'arbre.
- Les cônes ♀ ont un âge et une maturité différente : celui de l'année est à l'extrémité, le deuxième plus grand est fermé, le troisième (âge de deux ans) est ouvert, ses graines ont déjà été disséminées

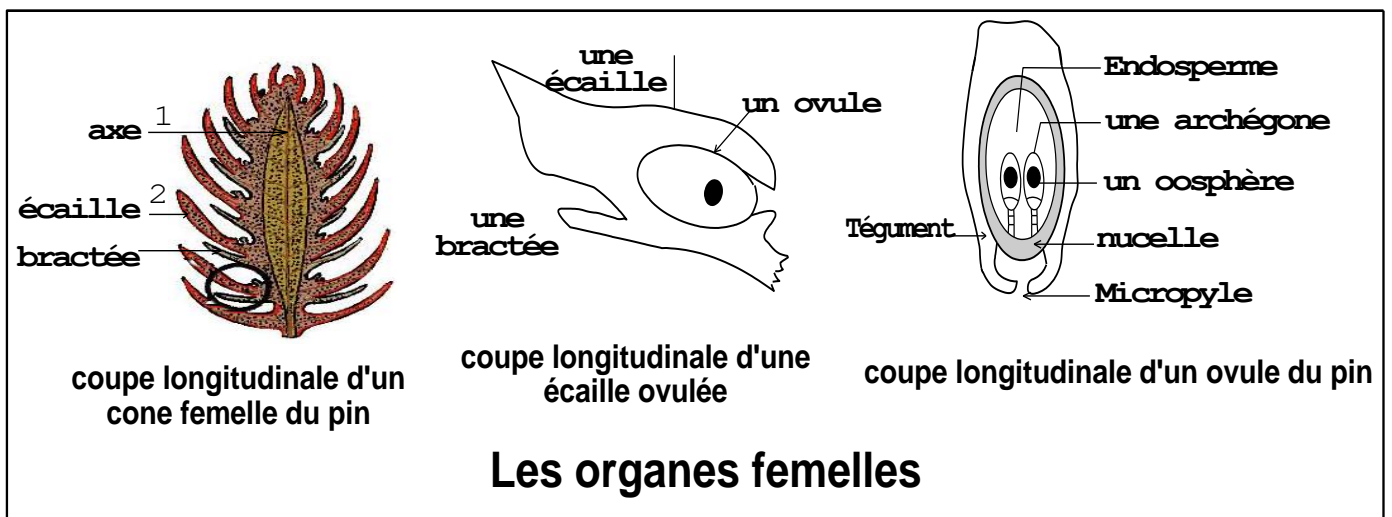
Les cônes males :



- Chaque cône ♂ est formé de plusieurs écailles serrées les unes contre les autres et fixées sur l'axe du cône.
- Chaque écaille porte sur sa face inférieure (dorsale), deux sacs polliniques, donc l'écaille est l'équivalent d'une étamine.
- Le sac pollinique produit des grains de pollen.

Le grain de pollen du pin est constitué de 4 cellules : une cellule génératrice (anthéridiale), une cellule végétative, et deux cellules prothalliennes. Les cellules sont entourées de deux parois : intine et exine. Le grain de pollen renferme deux ballonnets (sacs) aérifères.

Les cônes femelles :



- Chaque cône ♀ est formé de plusieurs écailles.
- Chaque écaille porte sur sa face supérieure (ventrale) 2 ovules nus d'où le nom d'écaille ovulifère. Elle correspond à un carpelle ouvert.
- L'ovule mature contient deux archégonnes contenant chacune une oosphère (gamète ♀) dans un tissu appelé endosperme (sac

embryonnaire = prothalle) et entouré par un tégument portant un minuscule pore appelé micropyle tourné vers l'axe du cône.

3/ étapes de formation des grains de pollen et de l'archégone

a- Formation du grain de pollen doc 1 p 151

◆ Dans le sac pollinique apparaissent des cellules mères des microspores qui sont diploïdes.

Chaque cellule mère subit une méiose et donne 4 microspores haploïdes.

◆ Chaque microspore subit deux mitoses et donne un grain de pollen (gamétophyte mâle) constitué de 4 cellules (deux cellules prothalliennes, une cellule anthéridiale et une cellule végétative)

b- Formation de l'archégone doc 2 p 151

◆ Pendant la première année, une cellule mère ($2n$) portée par une écaille ovulifère du cône jeune subit une méiose et donne quatre cellules haploïdes appelées mégaspores. Trois d'entre elles dégénèrent et celle qui reste subit quelques mitoses et donne l'endosperme (sac embryonnaire = gamétophyte femelle). La croissance s'arrête pour reprendre le printemps suivant.

◆ Pendant la deuxième année (printemps suivant), les cellules superficielles de l'endosperme développent deux archégonas renfermant chacune une oosphère (gamète femelle).