

LES GYMNOPTERMES



Dr K. Baziz

Plan du cours

I Définition et généralités

II Classification

a. Progymnospermes

1. Les Cydadophytes

Appareil végétatif

Appareil reproducteur

Cycle de développement

2. Les Gyngkophytes

Appareil végétatif

Appareil reproducteur

Cycle de développement

3. Intérêts pharmaceutiques

b. Gymnospermes strictes

1. Les Coniférophytes

Appareil végétatif

Appareil reproducteur

Cycle de développement

2. Intérêts pharmaceutiques

2. Les Gnétophytes

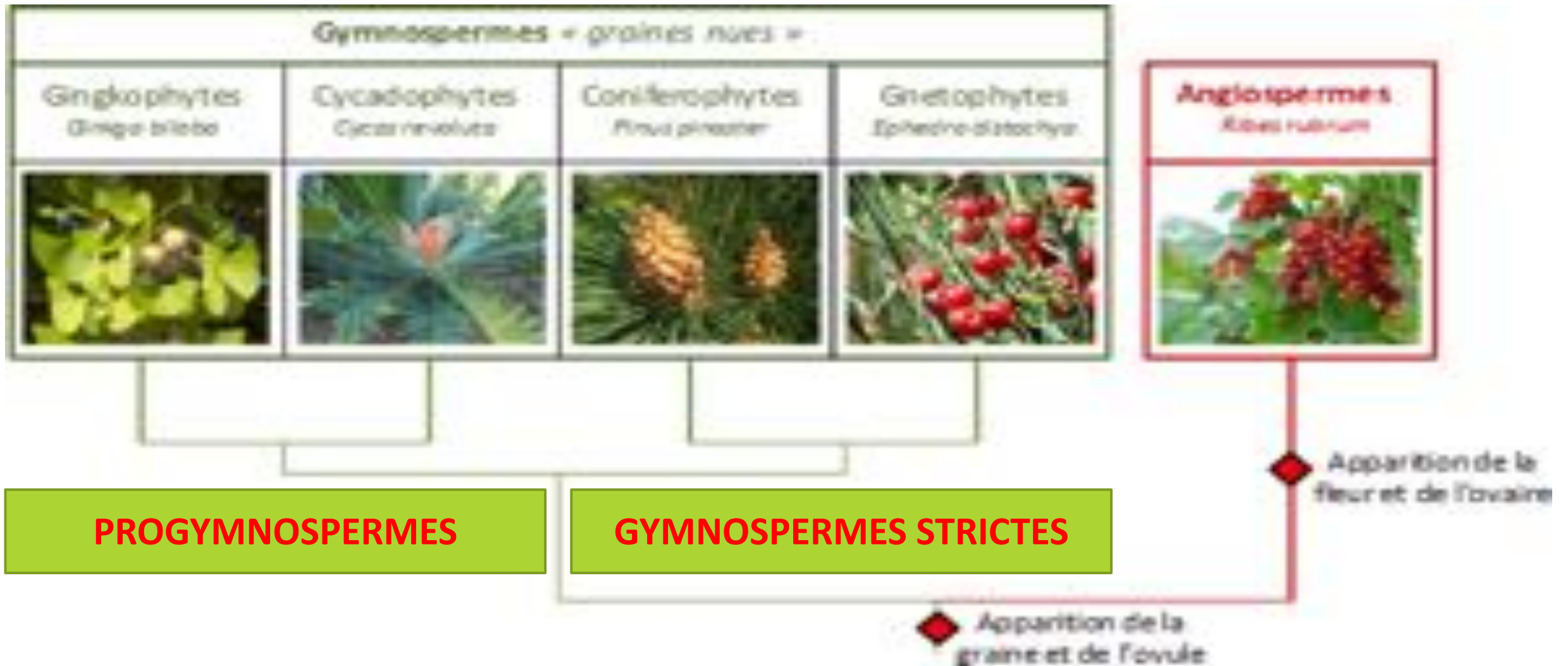
Appareil végétatif

Appareil reproducteur

Cycle de développement

III Intérêts pharmaceutiques

Définition et généralités

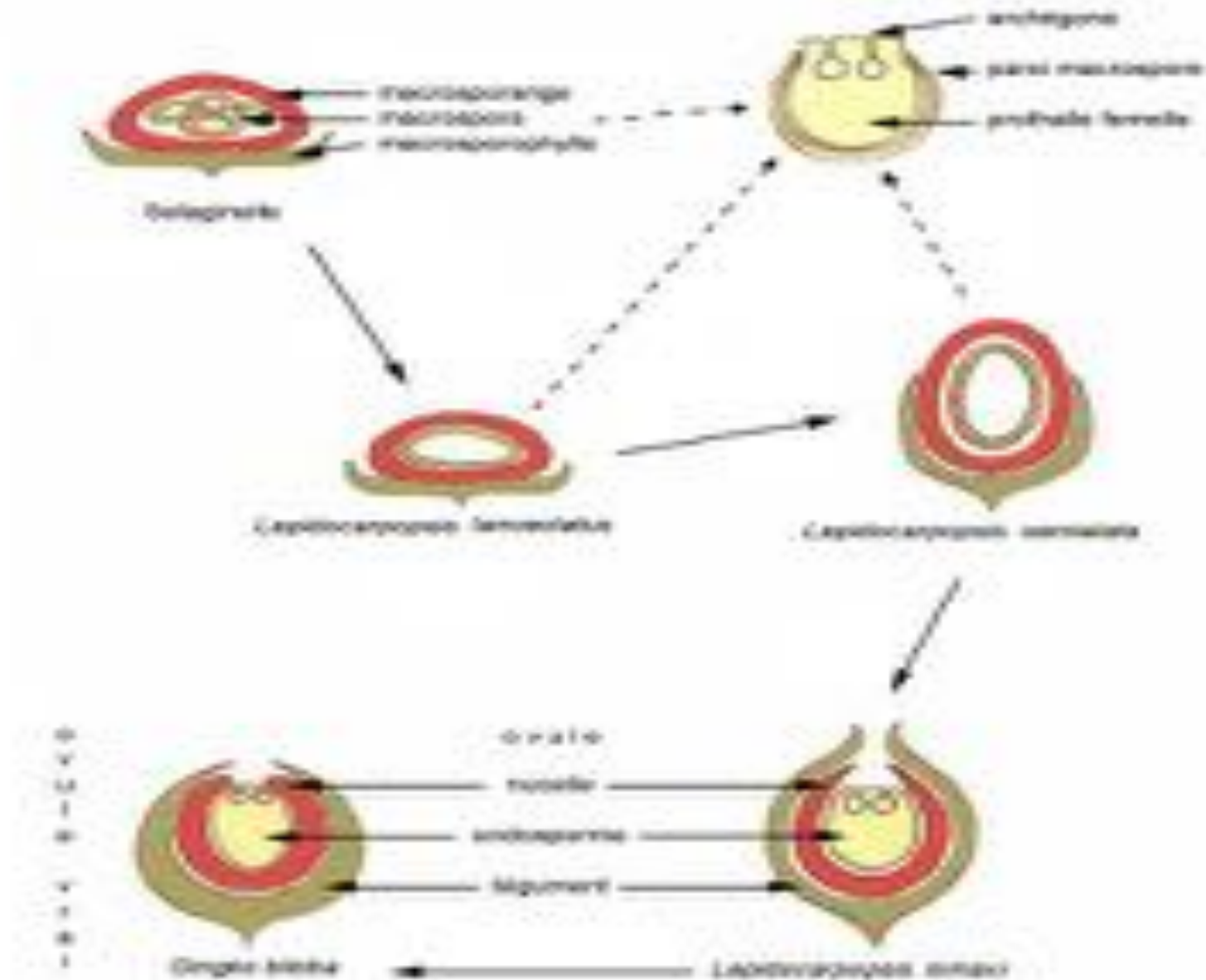


Définition et généralités

- **Groupe paraphylétique apparu il y'a 300 millions d'années**
- **Peu représentés actuellement (700 espèces environ)**
- **Espèces dioïques ou monoïques , ne présentent pas de fleur ni de fruit mais des cônes ouverts unisexués**

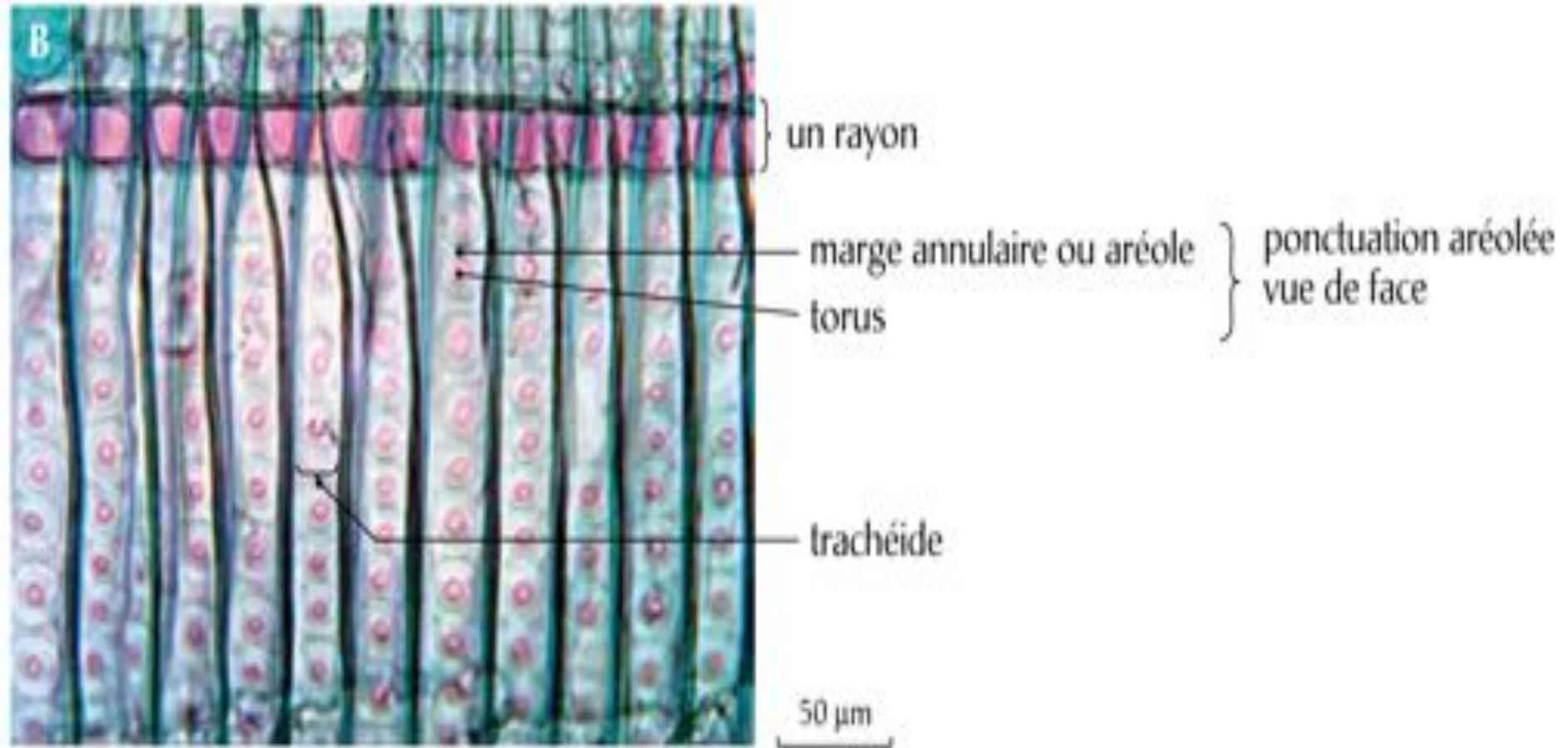
Définition et généralités

- Invention des ovules et des graines exposées à l'air libre « plantes à graines nues »
- Gymno: nu
- Sperma: graine



Définition et généralités

- Xylème constitué **uniquement** de **trachéides** « **Bois Homoxylé** »



Bois Homoxylé

a. Progymnospermes

1. Les Cycadophytes

Appareil végétatif

- ▶ Environ 200 espèces tropicales, **dioïque** strictes
- ▶ Tiges lignifiées “ **stipe**” non ramifiées ressemblant aux palmiers
- ▶ Racine charnue, parfois tubéreuse
- ▶ Feuilles pennatifides



a. Progymnospermes
1. Les Cycadophytes

Appareil reproducteur

- Feuilles fertiles regroupées en strobiles
- Pollen produit dans des cônes et les ovules dans cônes différents



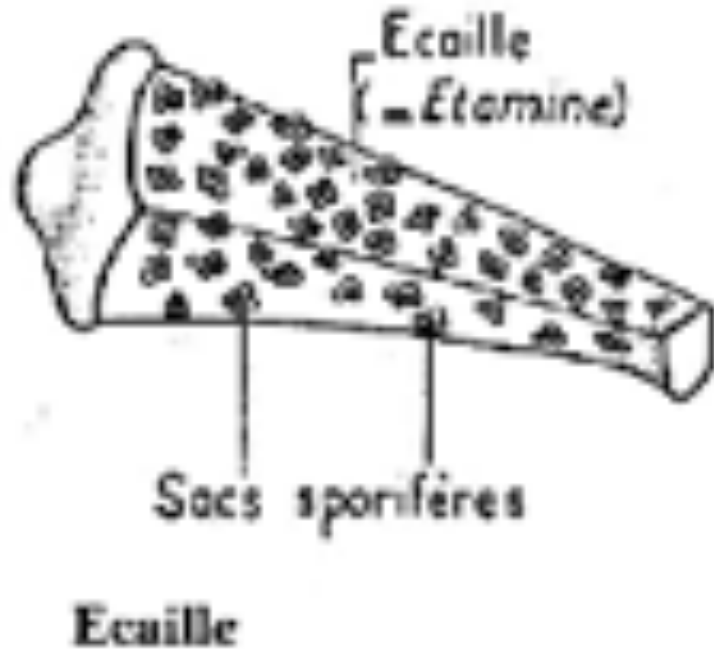
Cycas revoluta: **Cône femelle** =
macrosporophylle = **feuille ovulifère**
(cône femelle): → **ovule (prothalles ♀)**



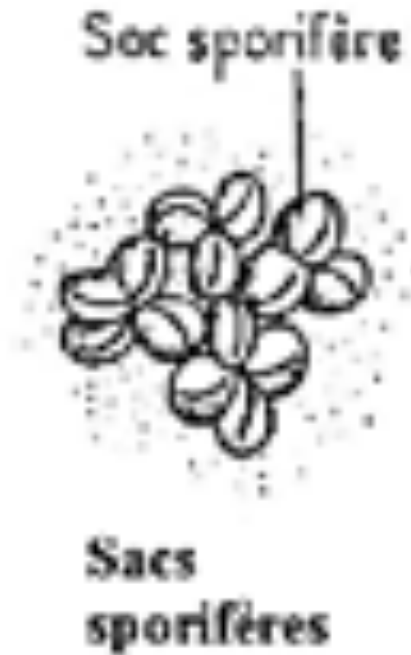
Cycas revoluta: **Cône mâle** =
microsporophylle = **écaille** ⇒ **sacs**
polliniques → **grains de pollen (prothalles ♂)**

a. Progymnospermes
1. Les Cycadophytes

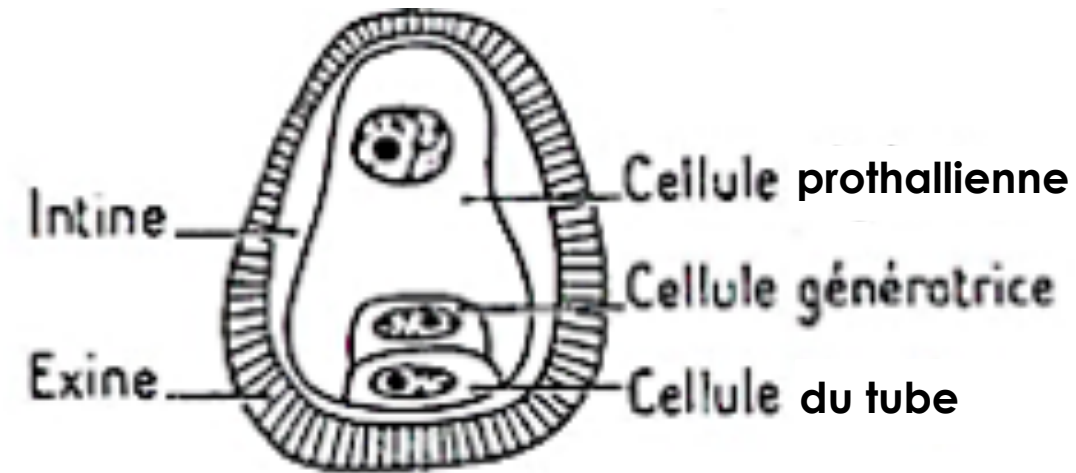
Appareil reproducteur



Le grain de pollen



Anthérozoïde



Grain de pollen du Cycas

a. Progymnospermes

1. Les Cycadophytes

Appareil reproducteur

D'où provient le grain de pollen ?

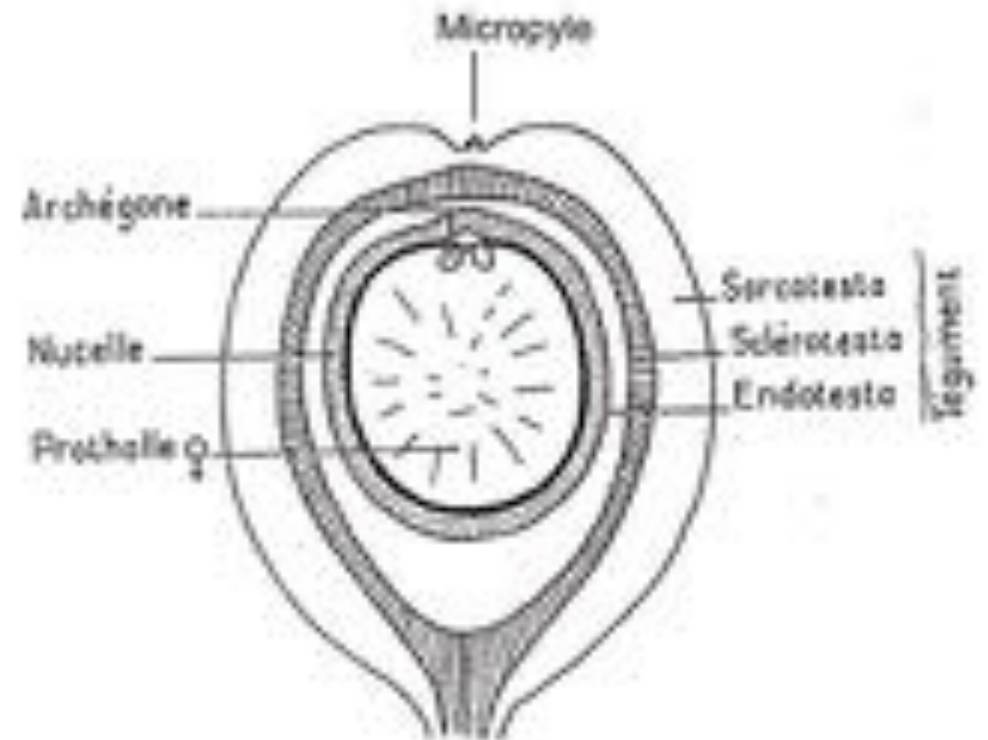
Microsporogenèse

Dans les écailles mâles , les sacs polliniques (**microsporanges**) contiennent **un massif de cellules mères (2n)** qui subissent une **méiose** et produisent chacune quatre cellules (n) appelées **microspores ou tétrade**

a. Progymnospermes
1. Les Cycadophytes

Appareil reproducteur

L'ovule



a. Progymnospermes

1. Les Cycadophytes

Appareil reproducteur

D'où provient l'ovule ?

Macrosporogénèse

Une cellule du Nucelle s'agrandit et fonctionne comme une cellule mère de la macrospore

Après la **méiose**, elle forme une tétrade de macrospores

Les trois supérieurs dégénèrent et le bas grossit pour former un **sac embryonnaire** ou un **gamétophyte féminin**

a. Progymnospermes
1. Les Cycadophytes

Cycle de développement

Voie **asexuée**: par bourgeonnement au bas d'une stipe



a. Progymnospermes

1. Les Cycadophytes

Cycle de développement

Voie **sexuée**

1. Pollinisation (transfert de grains de pollen de microsporangies vers le micropyle de l'ovule)

Certaines cellules situées au sommet du nucelle se désintègrent et forment un matériau colloïdal appelé gouttelette de pollinisation.

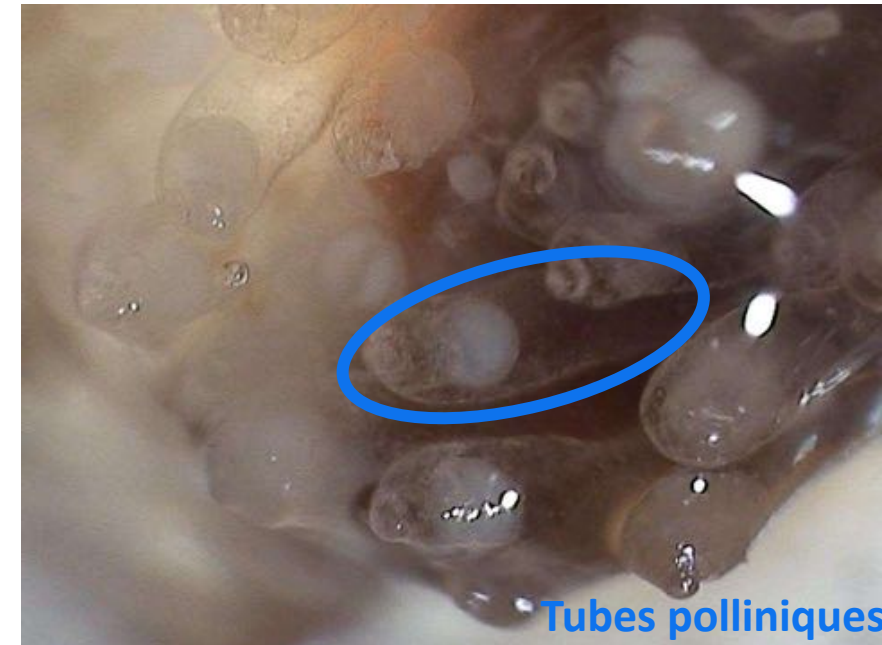
La goutte sèche, se contracte et transporte les pollens dans la chambre à pollen où ils restent en dormance pendant 4 à 6 mois.

2. Germination du Tube pollinique Chaque grain de pollen forme un tube à pollen. Le noyau du tube migre dans le tube de pollen et la cellule génératrice se divise en:

a: cellule de tige

b: cellule du corps

La cellule du corps se divise pour produire deux anthérozoïdes

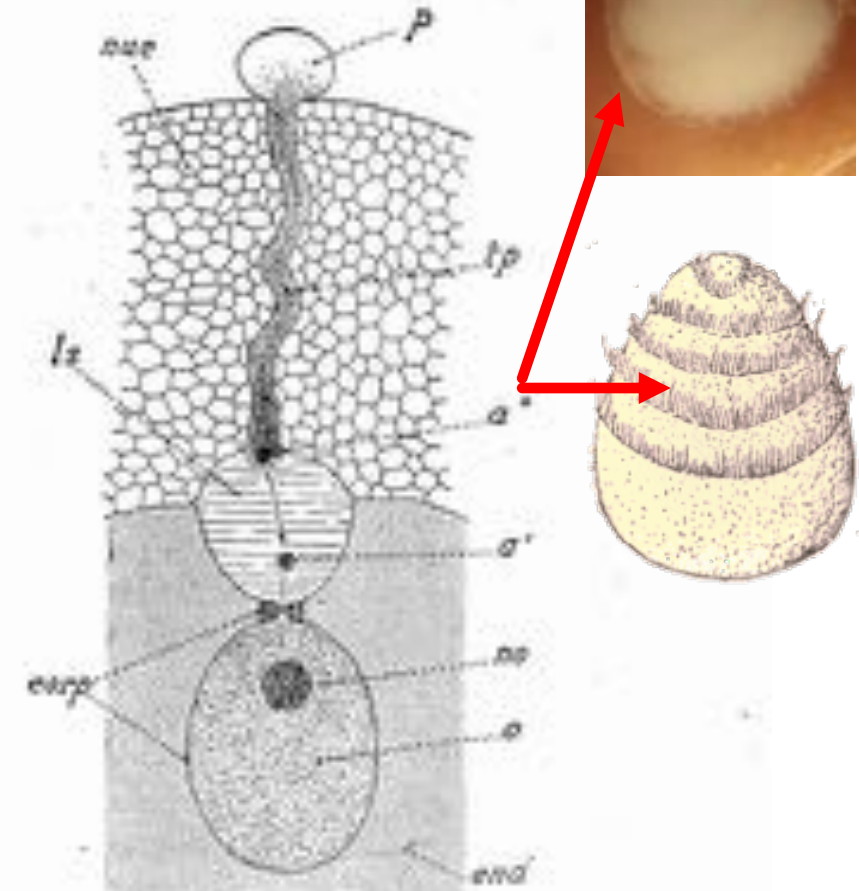
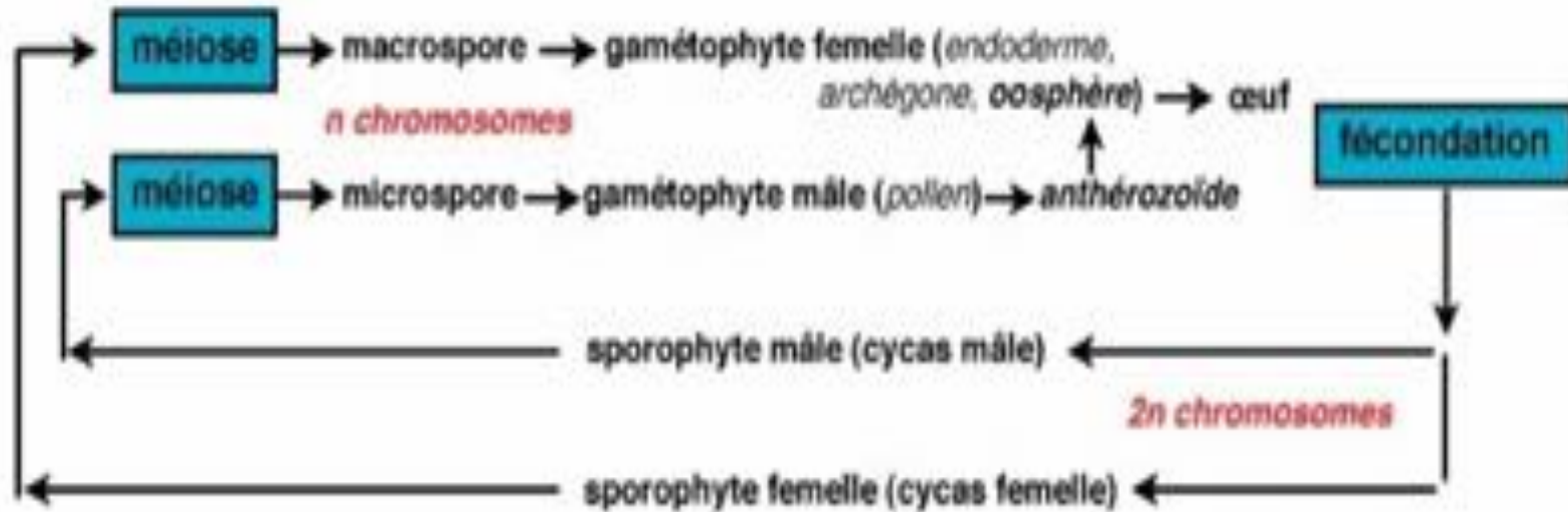


a. Progymnospermes

1. Les Cycadophytes

Cycle de développement

Voie **sexuée**



P= grain de pollen germant, nuc= nucelle, tp= tube pollinique, a= anthérozoïde, ls= chambre archegoniale, o = oosphère ; no = noyau de l'oosphère ; corp = archégone (col en haut, oocyte en bas) ; end = endosperme

a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Appareil végétatif

- ▶ Groupe monogénérique et une seule espèce vivante *Ginkgo biloba*
- ▶ Arbre **dioïque**, atteint 30m de hauteur
- ▶ Feuilles en éventail, + ou – échancrées
- ▶ Ramification dichotomique



a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Appareil végétatif



Pied femelle : **ovules** par 2 (dont un avorte)

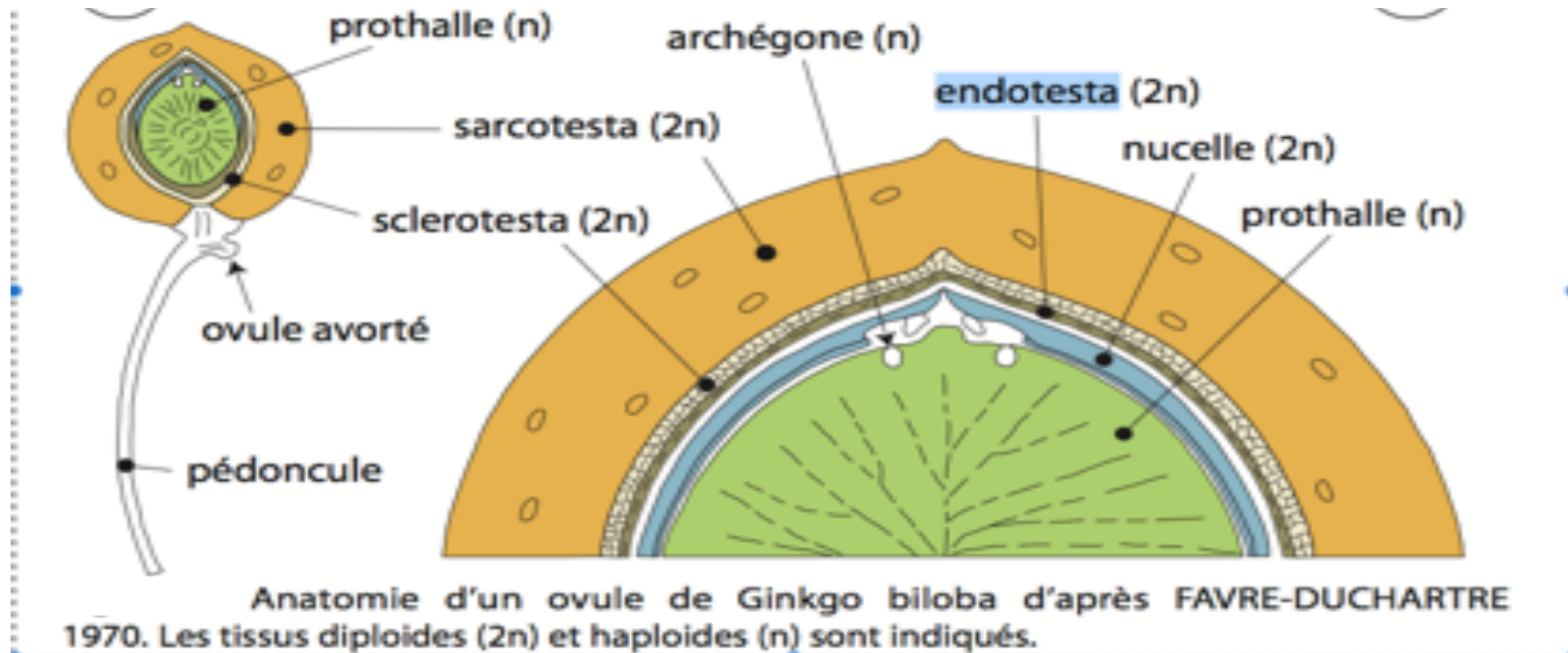


Pied mâle : **chatons** formés de nombreuses **étamines** à 2 sacs polliniques

a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Appareil reproducteur

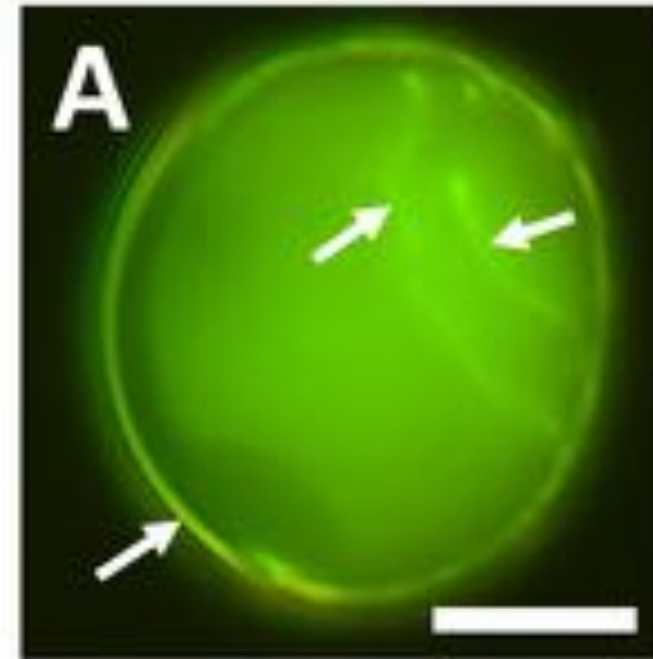
L'ovule



a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Appareil reproducteur

Le grain de pollen



Jason M Abercrombie et al, 2011

a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Cycle de développement

Voie **asexuée**

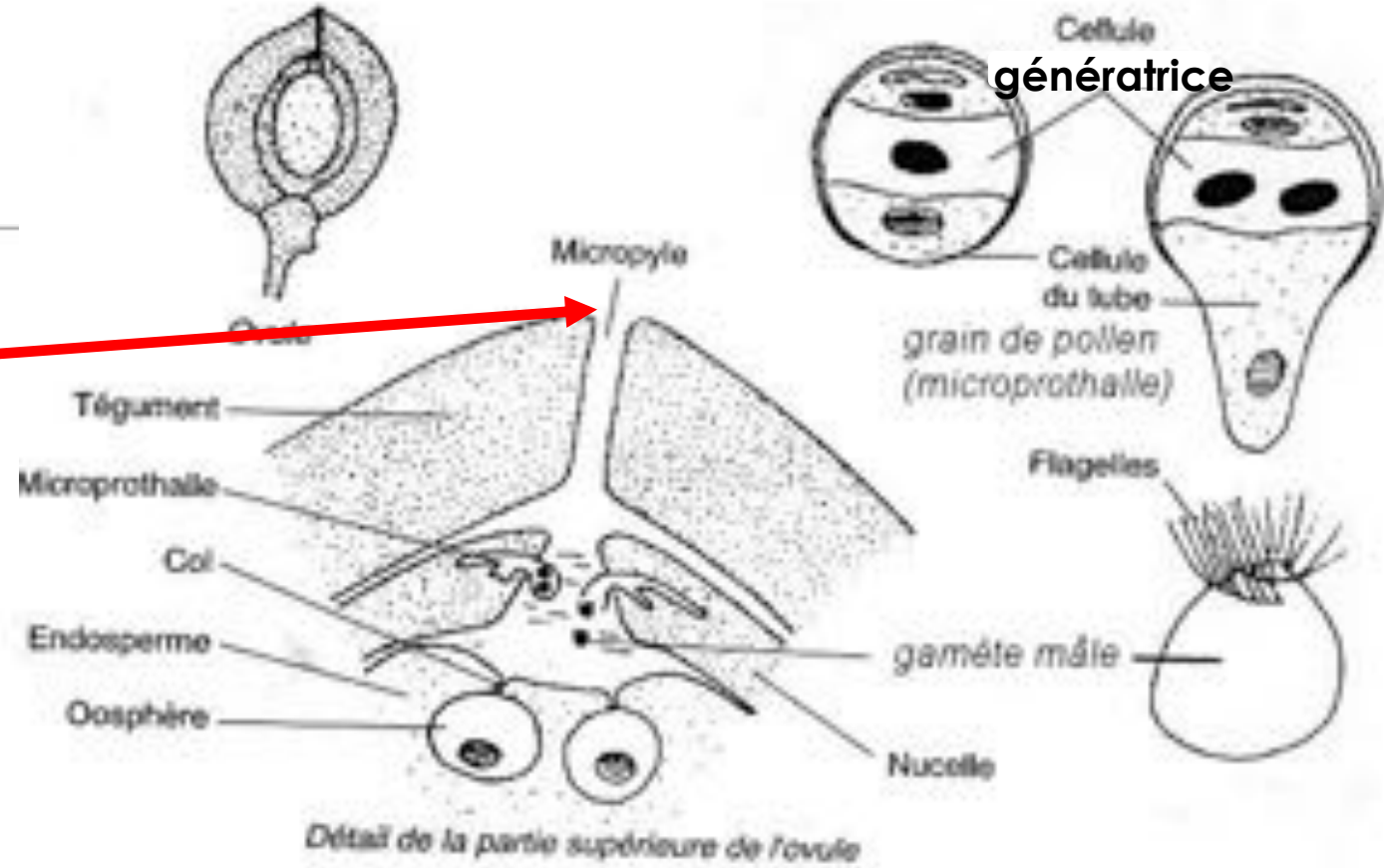
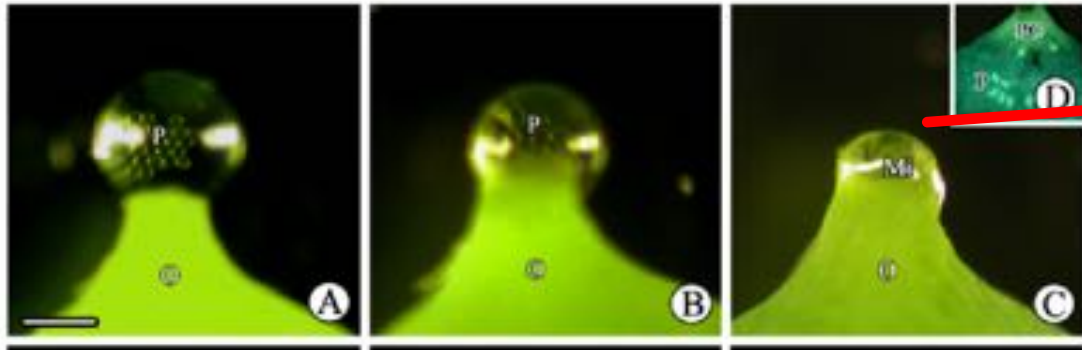
Le Ginkgo produit des excroissances aériennes appelées **chichi** le long du tronc et des branches. Ces **chichis** peuvent rejoindre le sol, former des racines et donner naissance à de nouveaux troncs et de nouvelles branches.



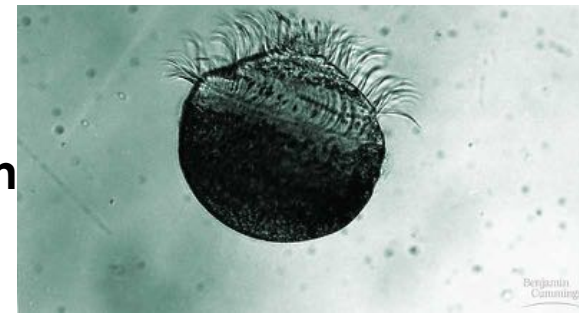
a. Progymnospermes
2. Les Gyngkophytes

Cycle de développement

Voie **sexuée**



Grain de pollen



a. Progymnospermes

- Ovules de grande taille car réserves faites **avant** la fécondation
- Grains de pollen transportés par le **vent** (plante anémophile ou anémogame)
- Entrée du pollen dans l'ovule par le **micropyle**
- Grains de pollen **germent** et libèrent des gamètes ciliés qui nagent dans un **liquide sécrété**
Par l'ovule
- Fécondation des oosphères (contenues dans archégonies réduits)
- Démarrage **immédiat** de la jeune plantule (pas de période de repos)

a. Progymnospermes Intérêt pharmaceutique

Le genre **Cycas** est toxique (Cycasine) pour les animaux comme pour les humains. **Entraine:**

- Vomissements
- Diarrhées
- Convulsions ou une insuffisance hépatique au bout de 12 heures

Le **Gingko Biloba**

Utilisation interne

- Anticoagulant, antiagrégant
- Vasodilatateur
- Stimulant de la mémoire
- Utilisé en décoctions pour soulager les affections respiratoires (effets expectorants et sédatifs)
- Vermifuge
- Graines: elles servent à préparer des remèdes contre les troubles urinaires.

Utilisation externe

- Cicatrisation des ulcères, ecchymoses, brûlures
- Soins cosmétiques (effets antioxydants, anti-inflammatoires et stimulants)

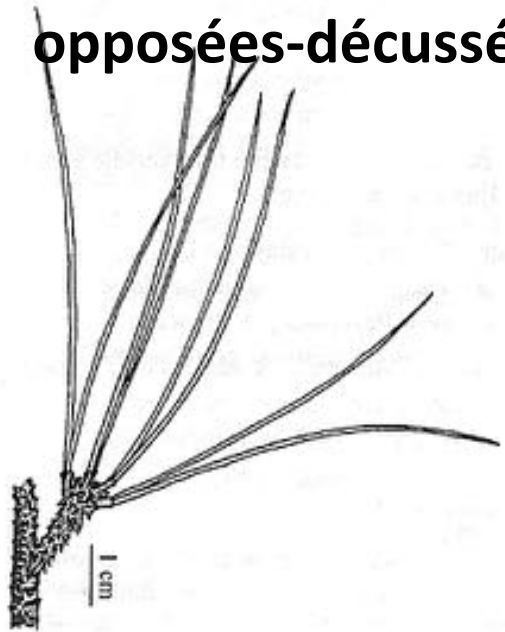
b. Gymnospermes stricte

- Plantes toujours **ligneuses des régions froides et montagneuses: Hémisphère Boréal**
- Canaux sécréteurs d' **oléorésine**
- Fécondation par **tube pollinique** : le pollen **germe** et apporte les gamètes au contact de l'ovule **→** Germination complètement **indépendante** de l'eau du milieu
- La fécondation **déclenche** la mise en réserve (donc liens étroits avec la plante-mère) et la formation de la graine : Réserves faites **après** la fécondation
- Formation d'une **graine** : organe de vie au ralenti (**dormance**).

b. Gymnospermes stricte

Appareil végétatif

- Tige lignifiée
- Racine pivotante
- Feuilles en aiguilles ou en écailles **ou les deux à la fois**, spiralées ou opposées-décussées

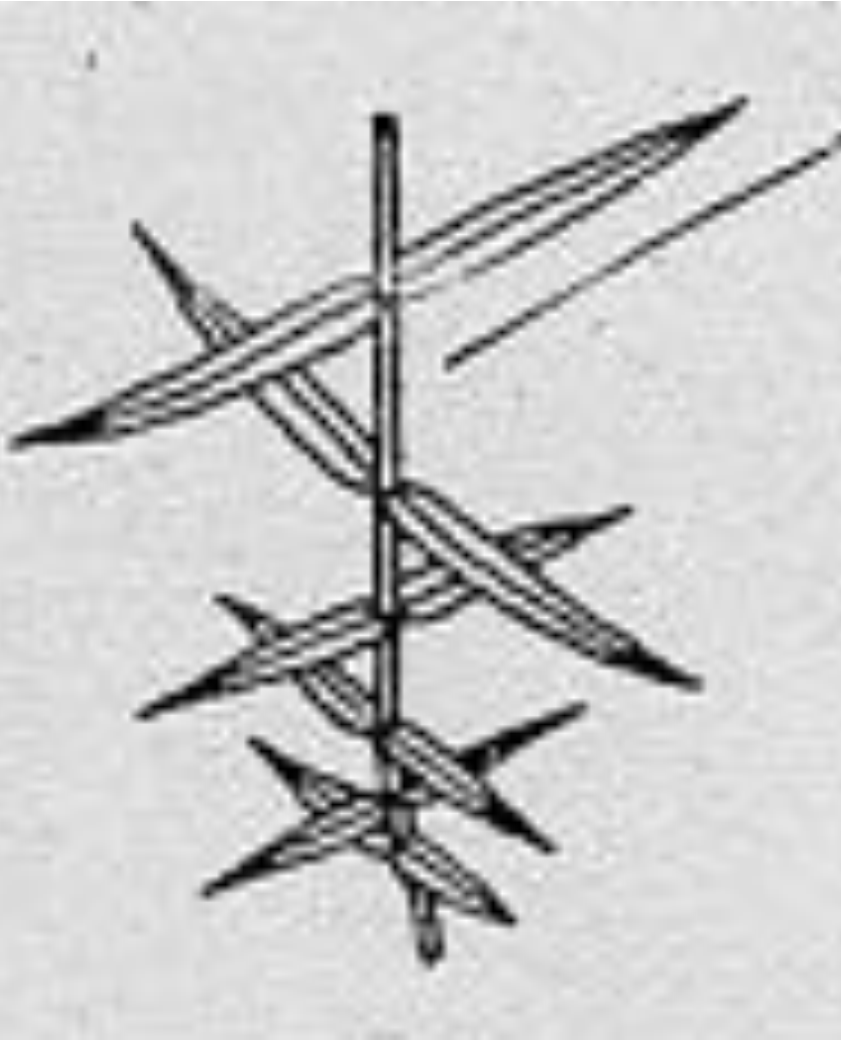


Brachyblaste



b. Gymnospermes stricte

Appareil végétatif



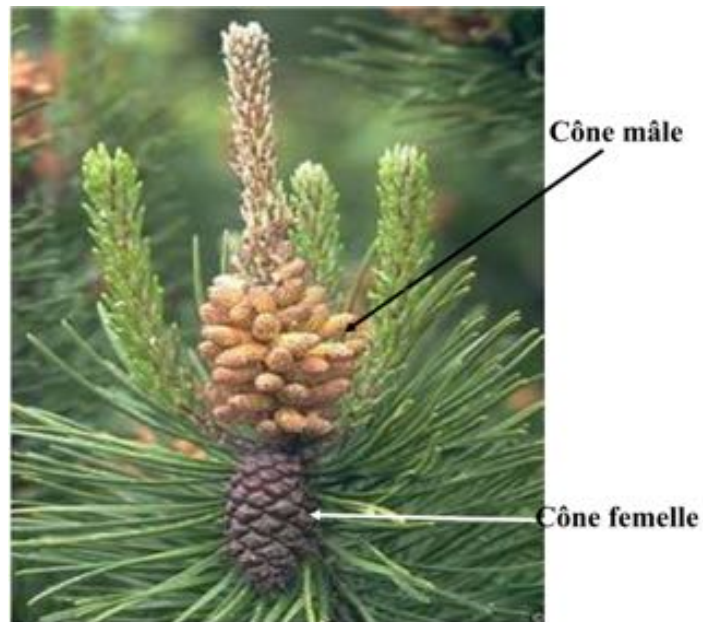
Aiguilles décussée opposée

b. Gymnospermes stricte

Appareil reproducteur

Organes reproducteurs en **cônes unisexués**

Les 2 sexes sur le même pied (**monoïque**) rarement séparés (dioïque ex. If)



b. Gymnospermes stricte

Appareil reproducteur

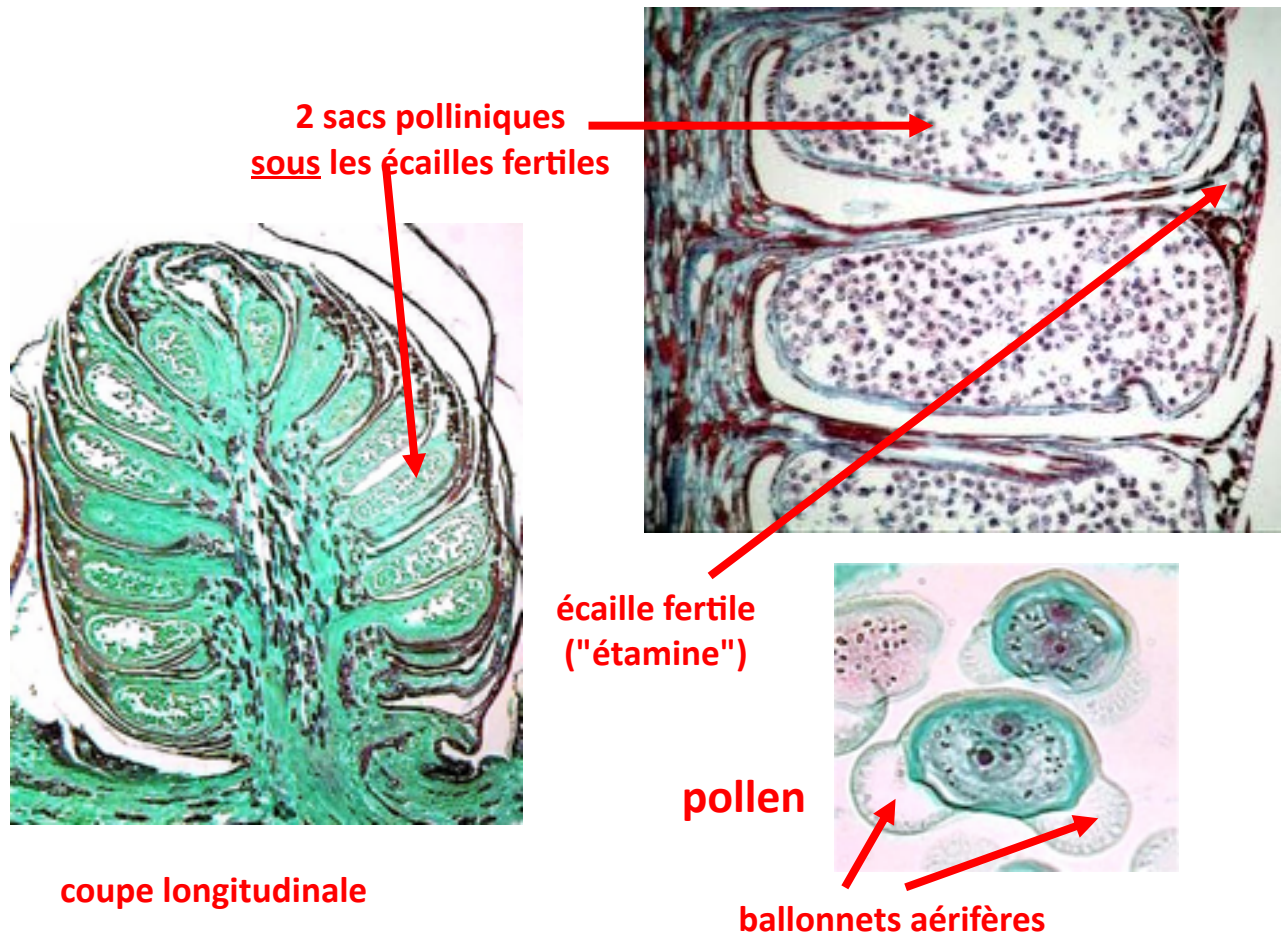
L'appareil reproducteur **mâle** est représenté par un ensemble de cônes qui forme un châton



Chaque cône **mâle** est formé par de nombreuses écailles mâle (étamines), fixées sur l'axe du cône.

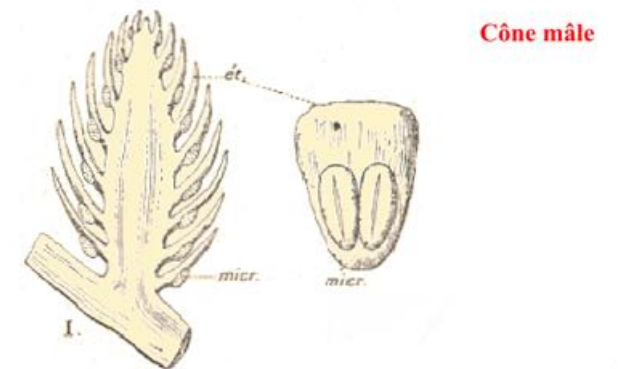
b. Gymnospermes stricte

Appareil reproducteur



Sur la face inférieure (dorsale), **chaque écaille porte 2 sacs polliniques** = écaille staminale (ou se forment les grains de pollen)

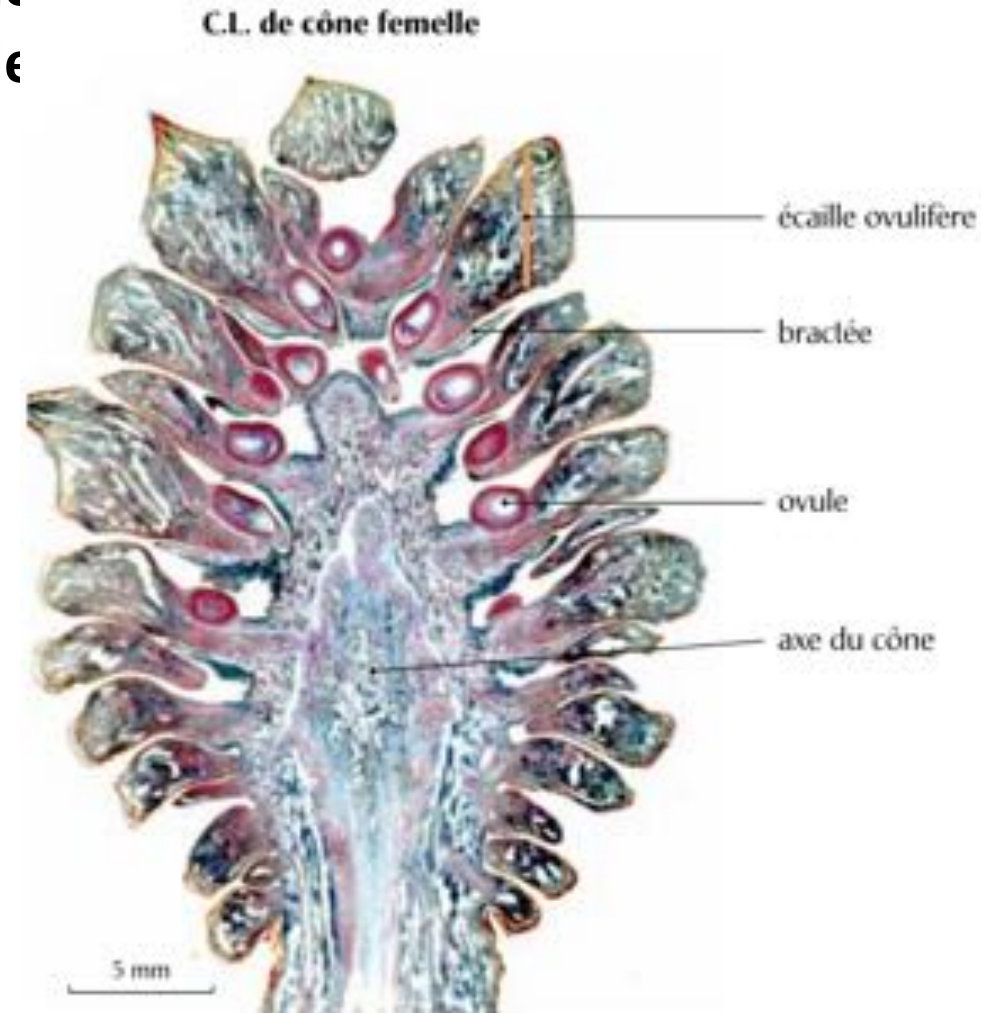
Chaque sac pollinique = un microsporange (contient des microspores lesquelles vont donner chacune un grain de pollen)



b. Gymnospermes stricte

Appareil reproducteur

L'appareil reproducteur **femelle** est représentée par des cônes femelles isolées. Chaque cône femelle est constitué par un ensemble d'écailles disposées en hélice autour de l'axe du cône .



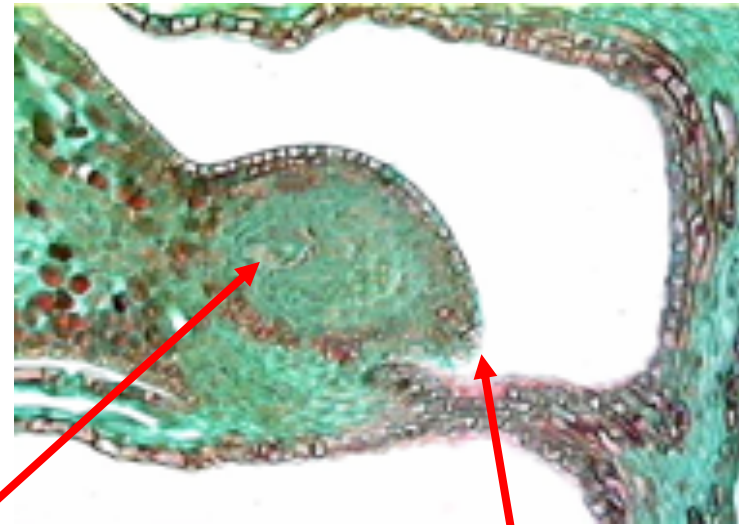
b. Gymnospermes stricte

Appareil reproducteur



ovule

L'écaille porte sur sa face supérieure (ventrale) 2 ovules nus d'où le nom d'écaille ovulifère.



2 ovules sur l'écaille fertile

micropyle

Appareil reproducteur

On distingue trois sortes de cônes femelles (selon l'âge):

- le cône femelle de 1ère année le plus jeune de couleur rouge violacé de 1cm de long
- le cône femelle de 2ème année plus âgé, de couleur verte de 6 à 7cm de long
- Seule les cônes de 1ère et 2ème années sont impliqués dans la reproduction



1ère année



2ème année



3ème année

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

Gamétogenèse

- ▶ **Chez le pin, la gamétogenèse a lieu au printemps pendant deux années consécutives**
- ▶ **1ere année: les gamétogenèses mâles et femelles se font en parallèle dans leur organes reproducteurs**
- ▶ **2eme année: la gamétogenèse mâle s'achève dans l'appareil reproducteur femelle, en même temps que la gamétogenèse femelle**
- ▶ **La gamétogénèse femelle se déroule dans les ovules au niveau des écailles ovulifères des cônes femelles**

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

Gamétogenèse femelle

C.L ovule:

- ▶ Un tégument;
- ▶ Un micropyle tourné vers l'axe du cône;
- ▶ Un nucelle ou tissu de réserve dans lequel se différencie une cellule mère de l'endosperme.

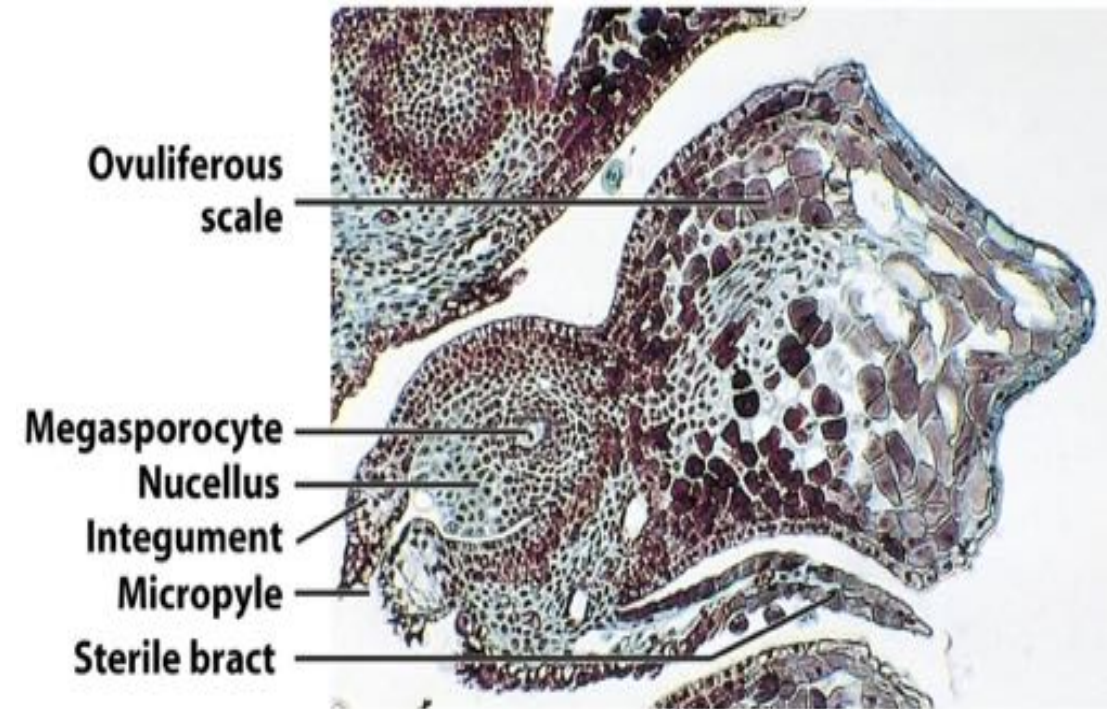
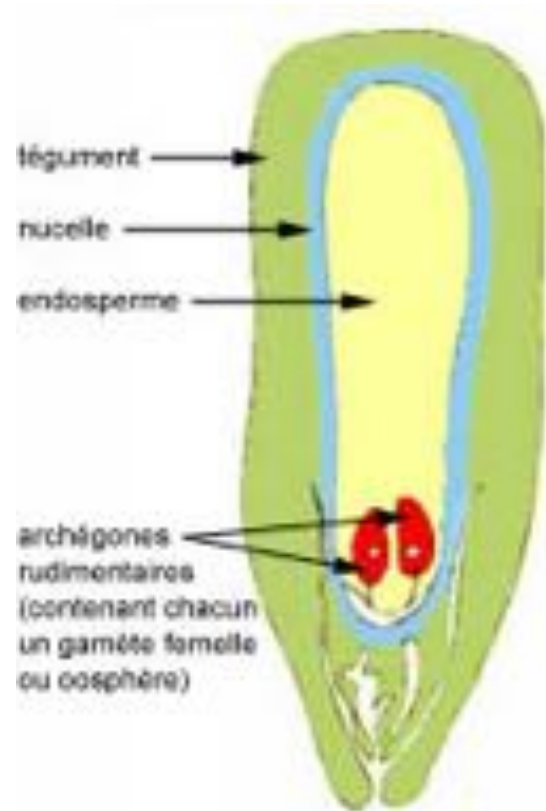


Figure 18-19b
Biology of Plants, Seventh Edition
© 2005 W. H. Freeman and Company

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

An 1

Gamétogenèse femelle

- Fin du printemps: **la cellule mère (2n)** du nucelle subit une méiose ➡ **formation de 4 cellules haploides (mégaspores): trois dégénèrent reste une**
- **La mégaspore restante se développe en endosperme coenocytique: son noyau se divise plusieurs fois sans qu'il y'ait séparation par des membranes**
- **La croissance s'arrête au niveau 30 noyaux et ne reprend que l'année suivante.**

Gamétogenèse mâle

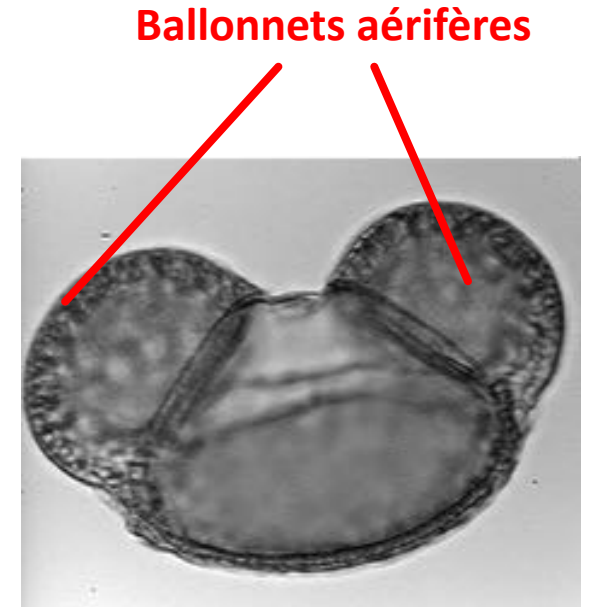
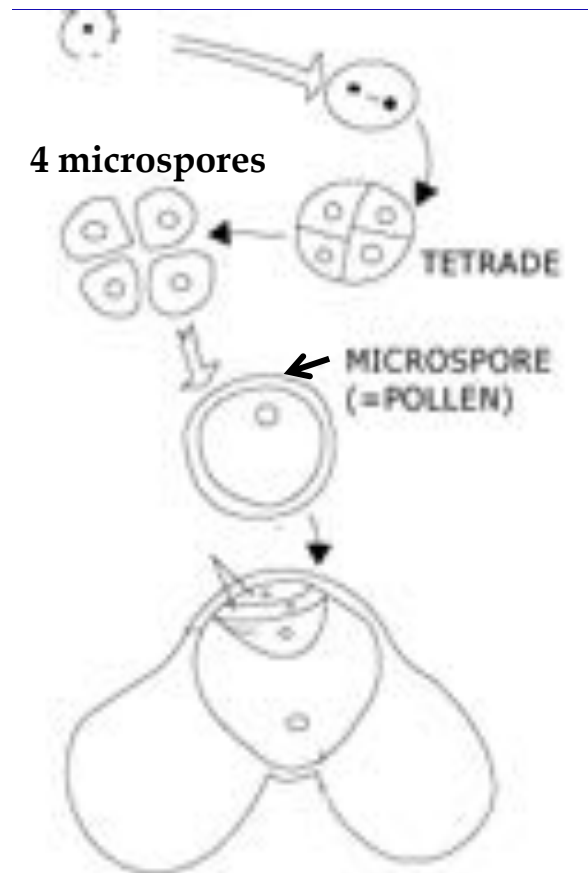
- Dans les écailles mâles , les sacs polliniques (**microsporanges**) contiennent **un massif de cellules mères (2n)**
- Ces cellules subissent une **méiose et produisent chacune quatre cellules (n) appelées microspores ou tétrade**
- Ces microspores se développent dans les **sacs polliniques**

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

Gamétogenèse mâle

- Chaque microspore subit **2 mitoses successives** aboutissant à la formation d'un grain de pollen mûr formé de :
 - **2 cellules prothalliennes**
 - **1 cellule anthéridiale**
 - **1 cellule végétative de grande taille.**
- Présence de **ballonnets aérifères**



**Grain de pollen
de Pin**

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

Gamétogenèse mâle

- A maturité et après sa libération, le pollen mûr est **disséminé** vers les **cônes femelles de 1 ère année** situées sur les rameaux voisins
- Les **grains de pollen pénètrent** entre les **écailles ovulifères**
- **L'ovule sécrète une substance liquide** qui **entraîne** le grain de pollen à travers le micropyle **vers le nucelle**
- La **cellule végétative forme un tube pollinique court** qui **pénètre dans le nucelle**;
- Les deux **cellules prothalliennes dégénèrent**
- La **cellule anthéridiale se divise** pour donner 2 cellules : une **cellule socle (S)** et une **cellule gamétogène (G)**
- La croissance **s'arrête**



A= cellule anthéridiale
S= cellule socle
G= cellule gamétogène

Germination et croissance du tube pollinique dans l'ovule au cours de la 1ère année

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

An 2

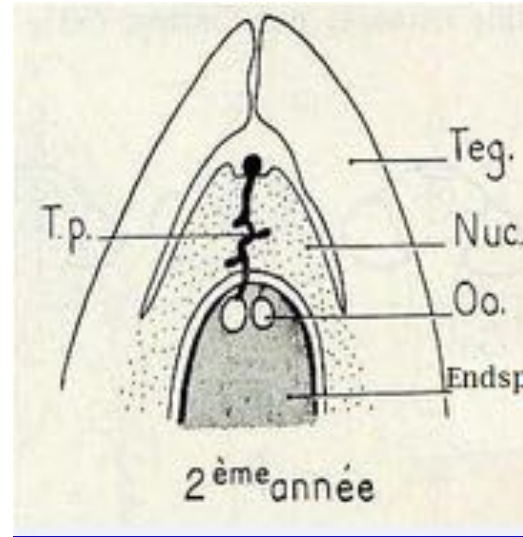
Gamétogenèse femelle

- L'endosperme coenocytique se cloisonne et devient endosperme cellulaire formé de 30 cellules à n chr
- **2 archégonés** se différencient à partir de l' **archéspore** (**cellule superficielle de l'endosperme**) proche du micropyle
- Au sein de chaque archégonés se différencie une **oosphère**

b. Gymnospermes stricte

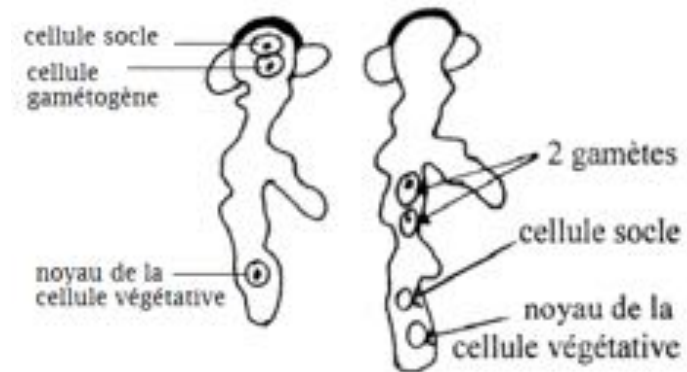
Reproduction

Gamétogenèse mâle



Se passe dans le cône femelle de 2ème année:

- **La croissance du tube pollinique reprend en même temps que l'endosperme qui devient cellulaire et formate les archégones**
- **Le tube pollinique se développe à l'intérieur du nucelle**
- **La cellule socle et la cellule gamétogène se déplacent vers un archégone**
- **La cellule gamétogène se divise et produit 2 anthérozoïdes**



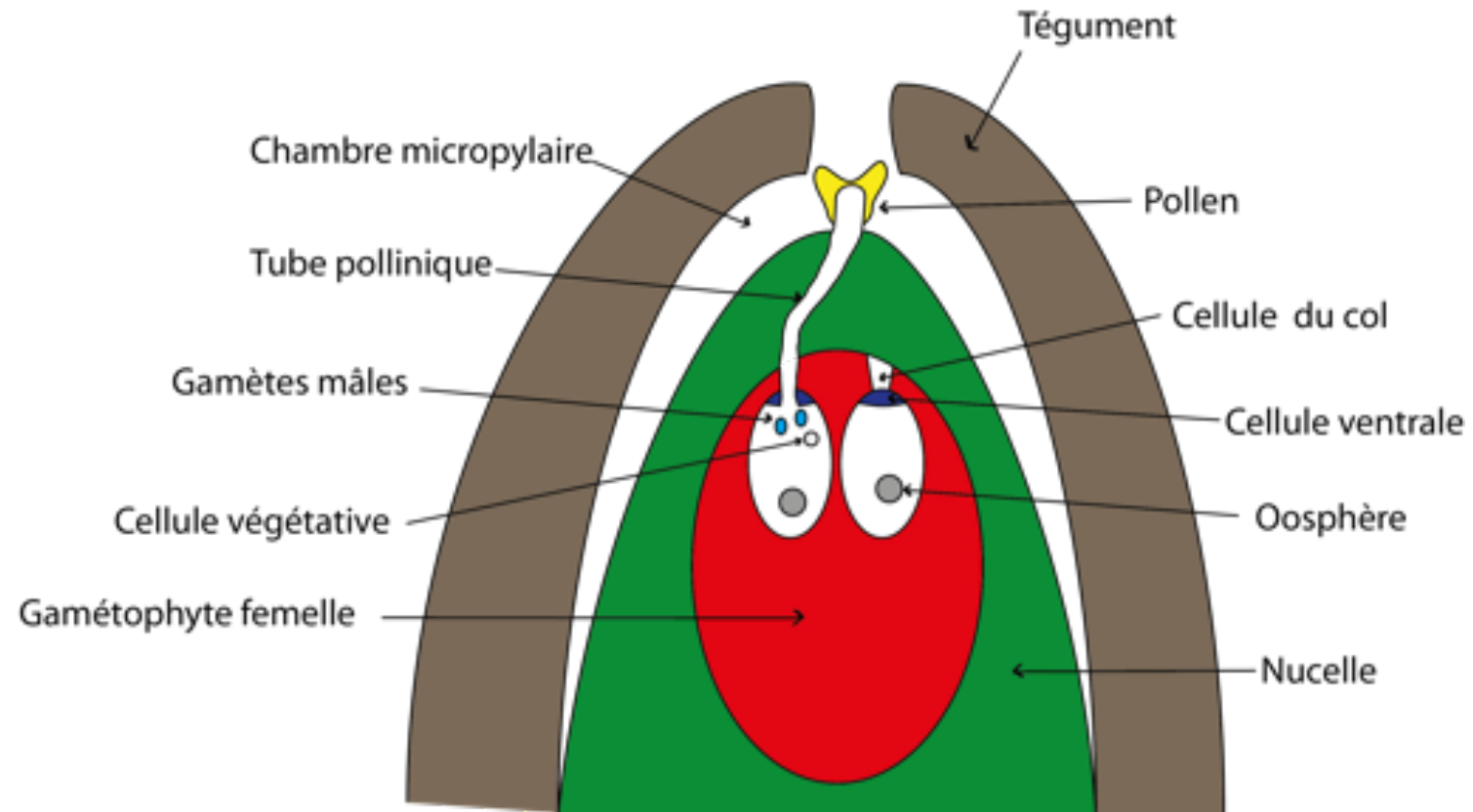
Croissance du tube pollinique sinueux dans l'ovule au cours de la 2ème année

b. Gymnospermes stricte

Reproduction

La fécondation

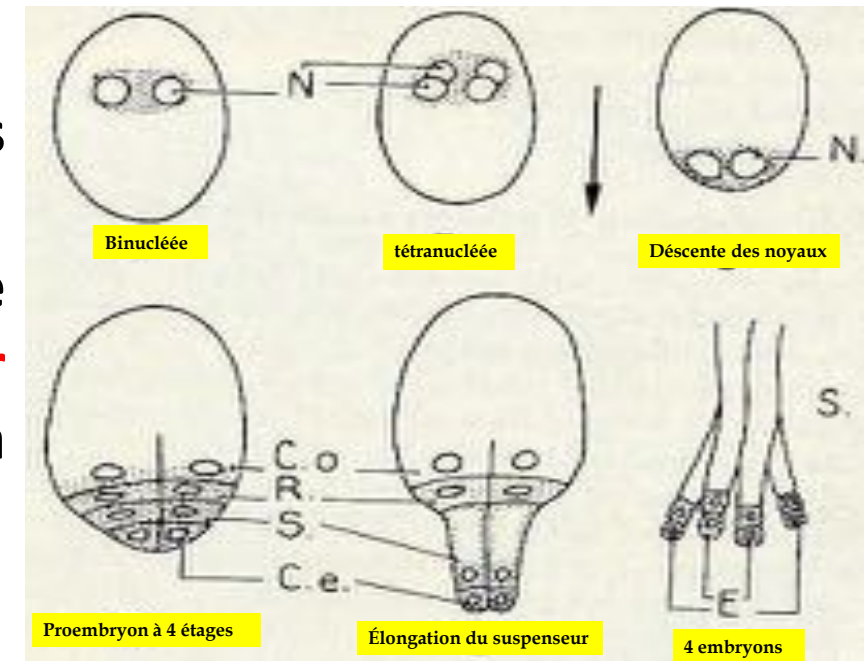
- Le **tube pollinique pénètre** dans le col de l'archégone et déverse sont contenu dans l'oosphère. Un **anthérozoïdes féconde l'oosphère** et donne **1 zygote**
- L'autre gamète, la **cellule végétative** et la **cellule socle dégénèrent**.



b. Gymnospermes stricte

Reproduction

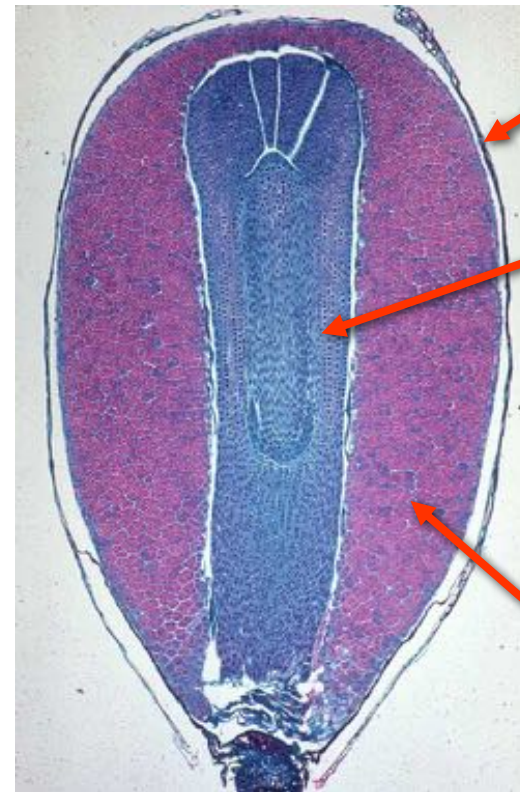
- Le **zygote** subit **2 mitoses** successives pour **donner** une **structure tétranucléée** sans division cellulaire: c'est le **proembryon coenocytique**
- Les **quatre noyaux** du proembryon coenocytique subissent une **division transversale** suivie d'un **cloisonnement** pour aboutir à la formation d'un **proembryon cellulaire**
- **Proembryon cellulaire** donne naissance à **4 embryons**
- **3 embryons dégénèrent**, le **restant s'accroît** dans l'endosperme
- Lors du développement de l'embryon, le **nucelle** ainsi que **tout le reste du proembryon** sont **digérés par l'endosperme** pour constituer des réserves nécessaires à la croissance de l'embryon et aussi les réserves de la graine



b. Gymnospermes stricte

Reproduction

La graine peut rester en dormance pendant des années. Elle ne germera que si elle trouve des conditions adéquates (humidité)



Enveloppe protectrice

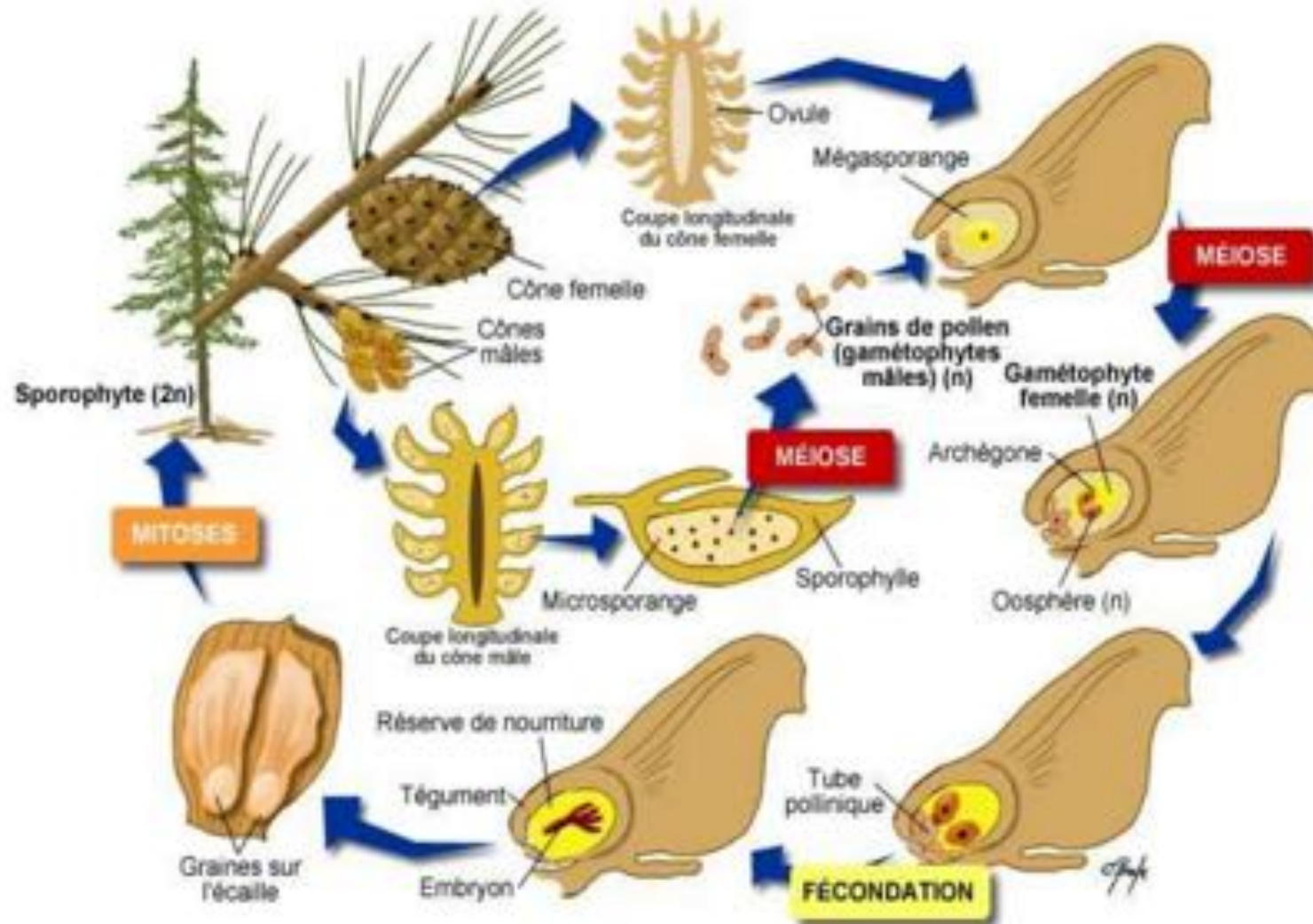
Embryon

Réserve de nourriture

La graine des gymnospermes est nue; elle n'est pas enfermée dans un fruit (*Gymnos* = nu; *Sperme* = semence). Le cône n'est pas un fruit

b. Gymnospermes stricte

Reproduction



Cycle de reproduction des conifères

b. Gymnospermes stricte

Classification (Phylogénétique) du NCBI

Classe des Coniferopsida

Ordre des Coniférales:

- **Fam Pinaceae**
- **Fam Cupressaceae**
- **Fam Araucariaceae**
- **Fam Cephalotaxaceae**
- **Fam Podocarpaceae**
- **Fam Taxaceae**

b. Gymnospermes stricte

Classification

Pinaceae

- 11 genres **tous monoïques**
- Plantes à résine
- 3 types de rameaux : longs, courts et nains
- Feuillage persistant (sauf Larix) et de deux sortes : écailles et aiguilles
- Pollen à ballonnets aérifères.

b. Gymnospermes stricte

Classification *Pinaceae*

Pin sylvestre : *Pinus sylvestris*



- * partie supérieure du tronc : **écaillés orangées**
 - * feuilles en aiguilles, 2-3cm, par 2
 - * bourgeons riches en **HE**, utilisés contre la toux et les problèmes bronchiques légers (propriétés antiseptiques)
- "**bourgeons de sapins**"



b. Gymnospermes stricte

Classification *Pinaceae*

Pin maritime : *Pinus pinaster*



* aiguilles /2, 10 à 20 cm

* cônes 12 à 18 cm

* écorce riche en **tanins**, utilisée contre l'insuffisance veineuse

• sa résine fournit la **térébenthine de Bordeaux**, riche en alpha et bêta pinènes (d'autres espèces de pins fournissent également de la térébenthine)

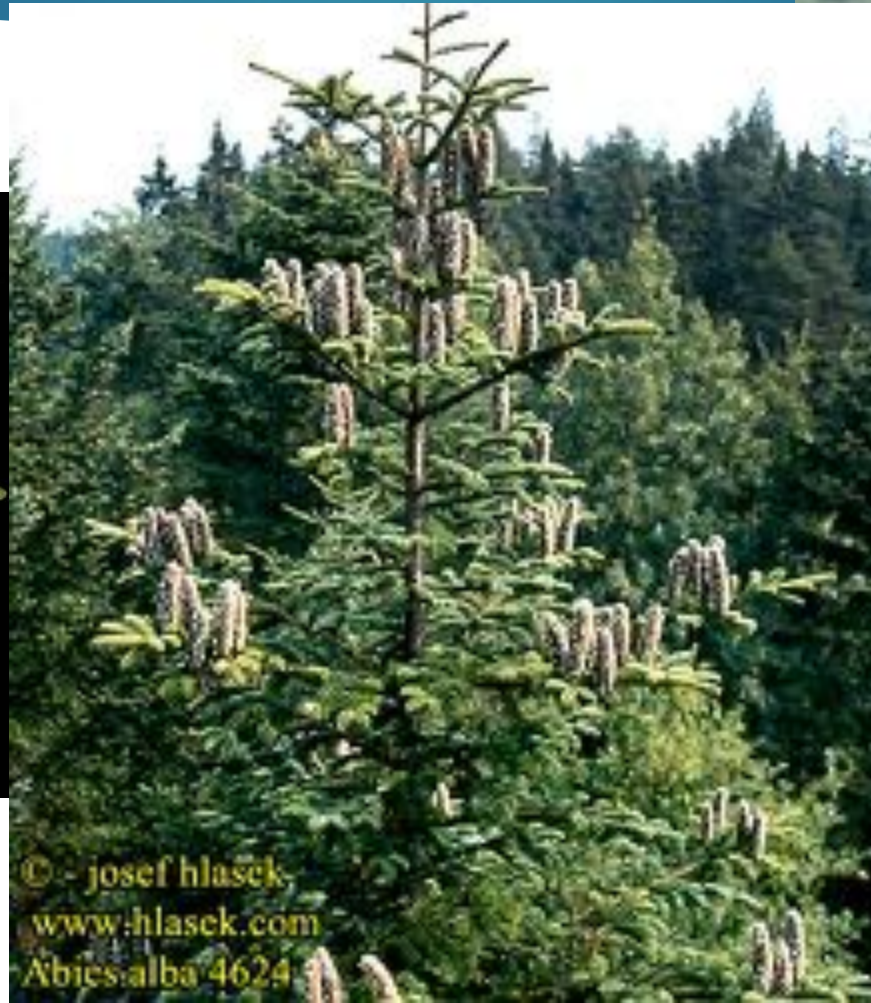


Abies marocana (sapin ; « chohh »)

Picea abies (Epicea)



Abies alba (Sapin)



© - josef hlasek
www:hlasek.com
Abies:alba 4624





Cedrus libani subsp. atlantica (cèdre de l'Atlas ; «arz», «idil»)



Larix decidua (mélèze)



b. Gymnospermes stricte

Classification

Cupressaceae

- 135 espèces réparties en 29 genres **monoïques ou dioïques**
- Arbres sempervirens (toujours vert)
- F. vertes en aiguilles ou en écailles, opposées-décussées ou verticillées
- Pollen sans ballonnets aérifères.

b. Gymnospermes stricte

Classification

Cupressaceae

Cyprès : *Cupressus sempervirens*



- petites feuilles en écailles triangulaires

- cônes femelles, 8-12 écailles
- riches en **tanins**, utilisés contre l'insuffisance veineuse "**galbules**" ou "**noix**" de cyprès



* pollen très **allergisant** (avril-mai)

b. Gymnospermes stricte

Classification

Cupressaceae

Thuja : *Thuja occidentalis*



* feuilles en écailles, rameaux aplatis disposés dans des **plans verticaux**



- cônes femelles 8-10 écailles allongées, aiguës

- * utilisation des **rameaux** : Huile essentielle (grand remède **homéopathique**)
- * toxique à haute dose : **thuyone** (diterpène)

b. Gymnospermes stricte

Classification **Araucariacées**

A. columnnea



- Compte 32 **espèces** réparties en 3 genres
- Ce sont des arbres ou des arbustes de grande taille des régions tempérées et tropicales, à feuilles persistantes en écailles, originaires d'**Australie**, de **Nouvelle-Calédonie**, de **Nouvelle-Zélande**, de **Nouvelle-Guinée** ou d'**Amérique du Sud**.

b. Gymnospermes stricte

Classification **Araucariacées**

Genévrier commun : *Juniperus communis* 1 à 6 m, dioïque



Feuilles aplatties en aiguilles très piquantes, verticillées par 3



cônes femelles, 6-8mm diamètre, à 3 écailles **charnues**, **soudées**, bleu-noir, aromatiques ("baies de genévrier")

- utilisation de ces **fausses baies** comme épices (riches en diterpènes) ou pour faire des boissons (genièvre, gin)

b. Gymnospermes stricte

Classification **Araucariacées**

Sabine : *Juniperus sabina*

- * arbrisseau étalé, monoïque ou dioïque
- * **très vésicante** : monoterpènes toxiques (sabinène et sabinol)
- * petites feuilles triangulaires opposées, décussées, piquantes, à **forte odeur de cassis**



- * cônes femelles, 4-5mm diamètre, **charnus**, bleu-noir à maturité

* jeunes rameaux séchés et broyés donnaient une drogue officinale à propriété **abortive**, **très toxique**



b. Gymnospermes stricte

Classification **Araucariacées**

Cadier : *Juniperus oxycedrus*

- * région méditerranéenne
- * cônes plus ou moins charnus



- * son bois distillé fournit l'huile ou goudron de cade officinal, riche en sesquiterpènes, à propriétés antiseptiques

b. Gymnospermes stricte

Classification **Taxaceae**

* If : *Taxus baccata*

- * arbuste ou arbre (10-15m)
- * très grande longévité (1500-2000 ans)
- * feuilles linéaires aplaties, 2-3cm sur 2 rangs, vert foncé
- * pas de canaux sécréteurs de résine (exception)
- * **dioïque** (rare)
- * **ovules isolés** (exception)
- * graine noire entourée par **arille charnu**
- * toutes les parties de la plante (sauf arille) sont **très toxiques** : **taxoïdes diterpéniques** et mélange d'alcaloïdes ou pseudo-alcaloïdes : **taxine**
- à partir de l'écorce de l'if du Pacifique (*Taxus brevifolia*) : **Paclitaxel (Taxol®)**, **diterpène anticancéreux**
- * à partir du **feuillage** de l'if européen: **analogues** du taxol dont le **Docétaxel (Taxotère®)**, plus actif que taxol

