

UNIVERSITE DE BATNA -2-
FACULTE DE MEDECINE- DEPARTEMENT DE PHARMACIE
LABORATOIRE DE BOTANIQUE PHARMACEUTIQUE
Cours 2^{ème} Année Pharmacie.

Les Gymnospermes

Présenté par:

Dr. BELKACEMI REDHA.

Maître assistant hospitalo universitaire

En Botanique Médicale et Cryptogamie- CHU Batna

Année Universitaire: 2019-2020

PLAN:

- I- Généralités sur les Gymnospermes
- II- Position Systématique des Gymnospermes
- III- Classifications des Gymnospermes
 - III-1- les Cycadophytes
 - III-2- les Ginkgophytes
 - III-3- les Coniférophytes
 - III-4- les Gnétophytes
- Conclusion

I- Généralités sur les Gymnospermes

○ Le nom gymnosperme vient du grec **gymnos**=nu ; **sperma**= graine ,donc ce sont les plantes à « **graine nue** » non enfermée dans un fruit.



Cône femelle et graines de *Picea abies*

○ Ovules nus (non enfermés dans un ovaire comme chez les angiospermes)



Feuille ovulifère de *Cycas revoluta*

IV- Généralités sur les Gymnospermes

Malgré l'abondance de certaines espèces, cette classe ne comporte que 790 espèces réparties en 12 familles

Toutes ligneuses, Arbustes ou arbres les plus vieux et les plus grands connus (ex: séquoias); aucune gymnosperme n'est herbacée



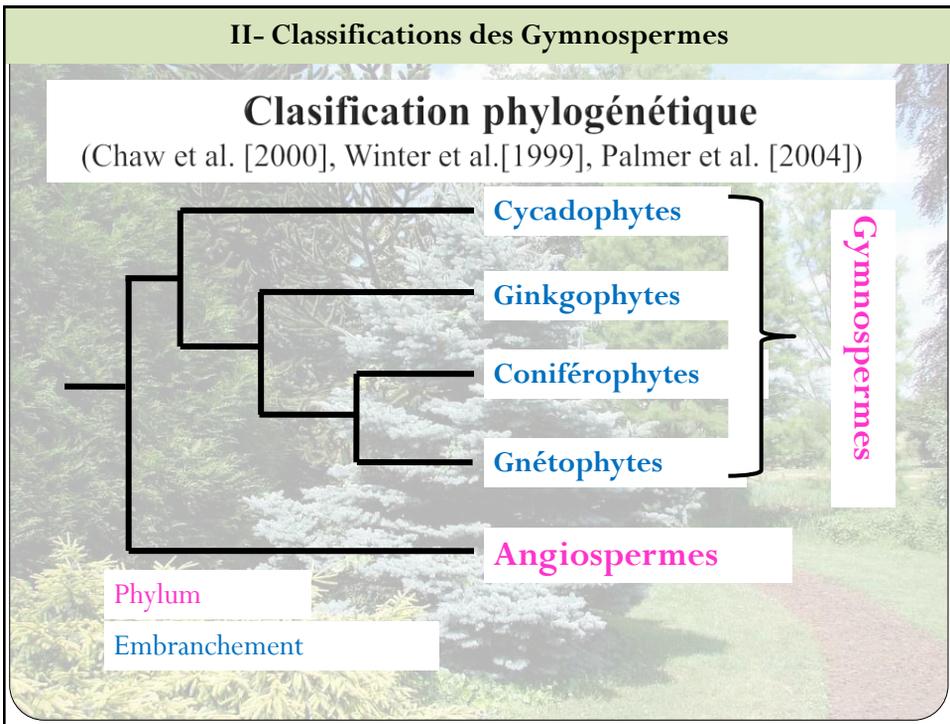
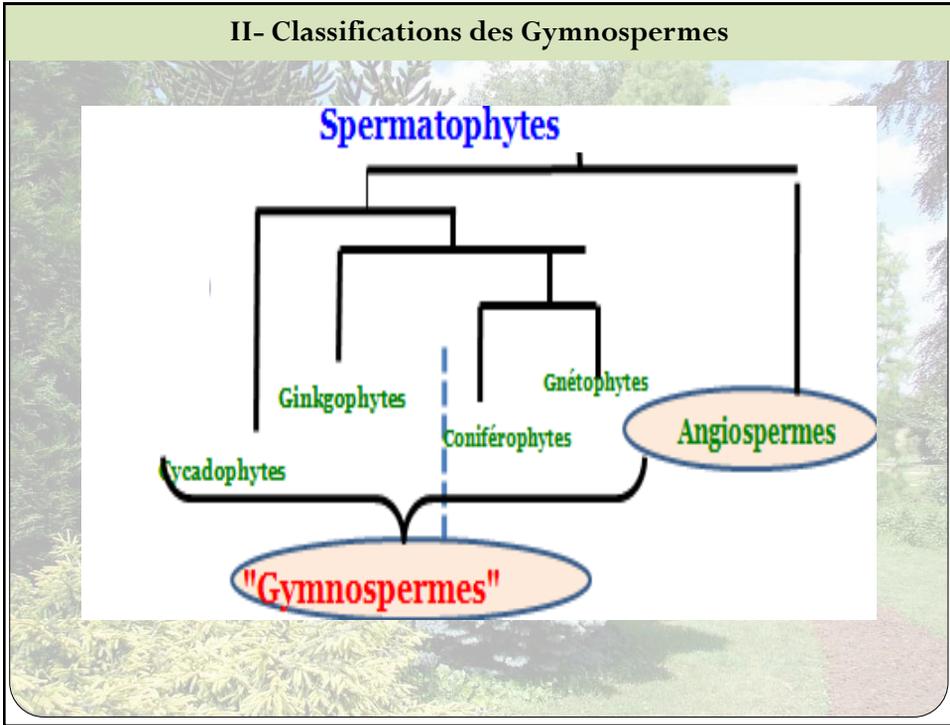
Pinus longaeva
(*Pinus longue-vie*, vit plus de 4000 ans)



Séquoia (75-120)m

○ les gymnospermes (les conifères) forment de vastes forêts dans les régions continentales nordiques et sur les pentes montagneuses.





II- Classifications des Gymnospermes

Les gymnospermes comprennent **7** ordres en **4** divisions:

Division: **Cycadophyta**

Ord: **Cycadales**

F. Cycadacées

F. Zamiacées

Division: **Ginkgophyta**

Ord: **Ginkgoales**

F. Ginkgoacées

Division: **Pinophyta**

Ord: **Pinales**

Ord: **Taxales**

Division: **Gnetophyta**

Ord: **Gnétales**

F. Gnetaceae

Ord: **Ephédrales**

F. Ephedraceae

Ord: **Welwitschiales**

F. Welwitschiaceae

A- Les Cycadophytes

1-Généralités :

❖ Les cycadophytes (Gymnospermes primitives) renferment deux genres principaux, les **Cycas et les Zamia**. Ce sont des plantes des régions tropicales .

❖ comprennent aujourd'hui environ **80 espèces** vivantes presque toutes dans les régions tropicales; mais on en a décrit plus de 250 espèces fossiles.

❖ Les Cycadophytes rappellent par leur port les Palmiers

Exemple d'étude : Cycas revoluta (Japon)

2-Appareil végétatif :

☀ Ces arbres ont un stipe (qui est recouvert par les bases persistantes des feuilles formant l'« armure », peu lignifié , cylindrique)



Stipe de Cycas revoluta

☀ Les feuilles composées pennées, insérées sur une spirale et forment une large couronne au sommet du stipe .



FEUILLE DE CYCAS REVOLUTA

⚡ Les racines des Cycadales contiennent des **Cyanophytes symbiotiques** du genre *Anabaena* (fixer le diazote atmosphérique) .

⚡ les radicelles infestées sont courtes, renflées, dépourvues de poils absorbants (racines coralloïdes) .

Exemple de racines *spécialisées* dites « racines coralloïdes », qui abritent des bactéries symbiotiques, ici photographiées sur une espèce proche, le *Cycas circinalis*)

3- Anatomie:

⚡ Bois homoxylé formé de trachéides à **punctuations aréolées + trachéides à punctuations scalariformes** (caractéristiques des ptéridophytes) .

punctuations scalariformes

ponctuation aréolée en plusieurs couches

Coupe longitudinale de rachis de Cycas

3- Anatomie:

- Foliolles : cuticule épaisse + stomates profondément enfoncés (une adaptation à la sécheresse).
- Appareil sécréteur représenté par **des canaux à gomme** situés dans l'écorce et la moelle des tiges et des pétioles, dans les nervures et le parenchyme des feuilles

4- Appareil reproducteur :

4- Appareil reproducteur :

•Appareil reproducteur mâle :

○ C'est un long **cône mâle** situé au sommet du pied mâle, entouré par une couronne de feuilles végétatives.

○ Le cône mâle est constitué d'un ensemble d'**écailles staminales (microsporophylles)**, qui comporte chacune un nombre élevé de **sacs polliniques (microsporangies)**.



Cône mâle de *Cycas revoluta*

4- Appareil reproducteur :

•Appareil reproducteur mâle :

○ L'ouverture à maturité de ces sacs, libère les **grains de pollen** qui sont disséminés par le vent.

Ce grain de pollen produit 2 *spermatozoïdes* (*anthérozoïdes*) *ciliés*



Cône mâle de *Cycas revoluta*

• Appareil reproducteur femelle :

○ situé sur le sommet du pied femelle et entouré d'une couronne de feuilles végétatives comme le cône mâle

○ Il est composé de **feuilles fertiles ou feuilles ovulifères.**



○ Chaque feuille porte **deux rangés d'ovules de couleurs orangée.**

○ L'ovule de Cycas est gros et peut atteindre la taille d'un œuf de poulet (une marque de l'ancienneté du groupe).



Feuille ovulifère de *Cycas revoluta*

5- Utilisations:

Plante ornementale:

De nombreuses espèces de Cycadales sont utilisées comme plante ornementale.

6- Toxicité :

Toutes les Cycadales sont toxiques pour les animaux, car elles contiennent:

- **La cycasine(glycoside): Neurotoxique, agent cancérigène** induisant des tumeurs hépatiques, intestinales et rénales.



B- Les Ginkgophytes

Gingkoales

Gingkoacées

Ginkgo biloba L.

1- Généralités:

✿ Egalement appelé **l'arbre aux quarante écus**, **l'Abricotier d'argent** ou **Ginkgo** (*Ginkgo biloba* L., [1771](#))

✿ le *Ginkgo biloba* est la plus ancienne des espèces d'arbre. En effet il peuplait déjà la planète il y a **300 millions d'années** et il a su résister à toutes les crises climatiques, écologiques, et géologiques. Il peut vivre jusqu'à 1 000 ans .

2- Appareil végétatif:

• **Arbre** qui peut atteindre jusqu'à 40m de hauteur .

• **Les branches sont dimorphes:**

Les rameaux longs (**auxiblastes**) ont une croissance rapide.



Les rameaux courts latéraux (**mésoblastes**), à croissance lente,



[Couple de ginkgos de l'université Sungkyunkwan, Séoul \(Corée du Sud\)](#)

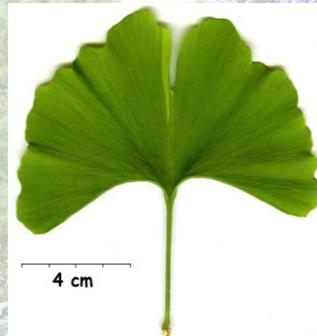
➤ Ses feuilles (4 à 8 cm) sont en éventail à bords plus ou moins ondulés.

➤ Le limbe: un peu trapézoïdal

➤ Les nervures sont dichotomiques

➤ échancré en son milieu, et forme deux lobes plus ou moins marqués

➤ Ces feuilles sont caduques.



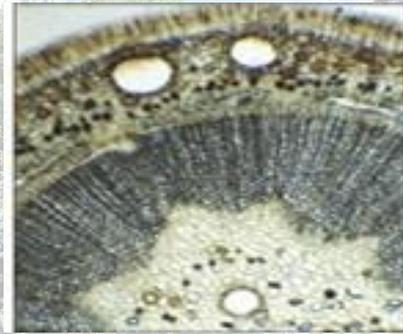
Feuille de *Ginkgo biloba* L.

3-Anatomie:

➤ Ce bois **est homoxylé**, il est uniquement formé **de trachéides à ponctuations aréolées**

➤ Canaux sécréteurs dans le parenchyme cortical et la moelle;

➤ Fibres pericycliques; macles.



CT dans la tige de Ginkgo biloba (Gx4)

3-Anatomie:

CT dans la tige de Ginkgo biloba

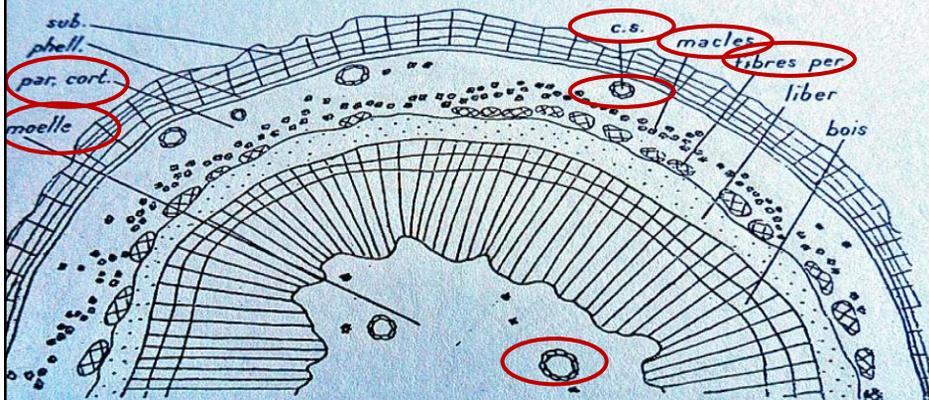


FIG. 104. — Tige de *Ginkgo biloba* (schéma).

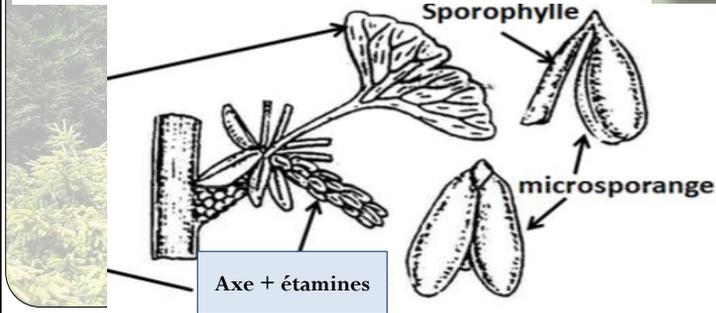
4- Appareils reproducteurs et reproduction:

A- Appareil reproducteur mâle:

❖ Les inflorescences mâles apparaissent au printemps sur les rameaux courts.

Ce sont des chatons: axe portant de nombreuses étamines (fleurs)

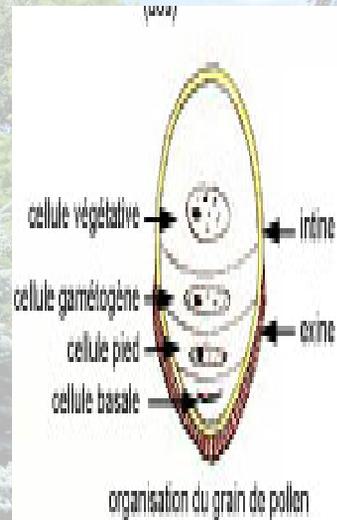
❖ Chaque étamine (microsporophylle) porte deux (trois ou quatre) microsporangies ou sacs polliniques



❖ Le pollen est disséminé par le vent,

❖ Il comporte quatre cellules dont l'une (*cellule gamétogène*) produira les *anthézoïdes ciliés*. La *cellule végétative* produira le tube pollinique.

❖ Les cellules sont protégées par une paroi **cellulosique** appelée **intine**, qui est elle-même entourée d'une paroi plus résistante : l'**exine**,



B-Appareil reproducteur femelle:

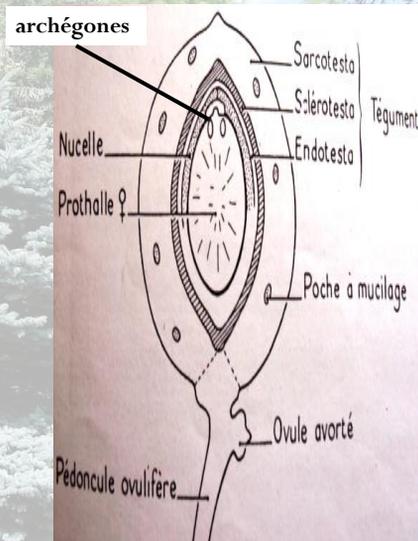
Des pédoncules généralement biovulés se forment à l'aisselle des feuilles sur les rameaux courts.



Un ovule mûr comprend, de l'extérieur vers l'intérieur :

- 1/ Un **tégument vascularisé, formé de trois couches bien distinctes**
- 2/ Le **nucelle,**
- 3/ L'**endosperme, ou prothalle femelle, chlorophyllien et qui contient d'abondantes réserves. (amidon, lipides)**

L'**endosperme** présente, dans sa partie supérieure **deux petits orifices** représentant **les cols de deux archégones** et qui renferment **chacun un gamète femelle, ou oosphère**



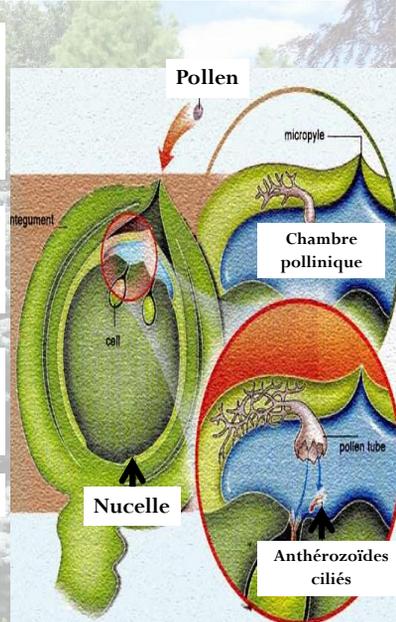
Pollinisation et fécondation

Au mois de mai, les grains de pollen sont émis par les étamines des Ginkgo mâles et transportés par le vent.

Le déclenchement de la **fécondation** a lieu au début du mois de septembre .

Les grains de pollen viennent adhérer aux gouttelettes mucilagineuses et visqueuses que les ovules laissent exsuder

les ovules non fécondés avortent;



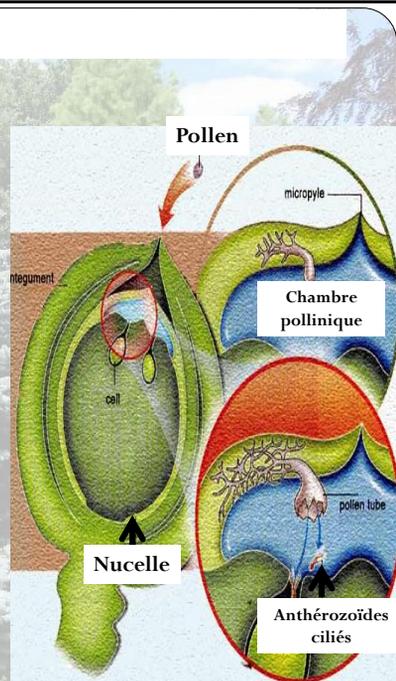
Pollinisation et fécondation

Le pollen germe: L'extrémité du tube pollinique contient deux anthérozoïdes ciliés

Dans la chambre pollinique, un liquide de fécondation est émis par le nucelle

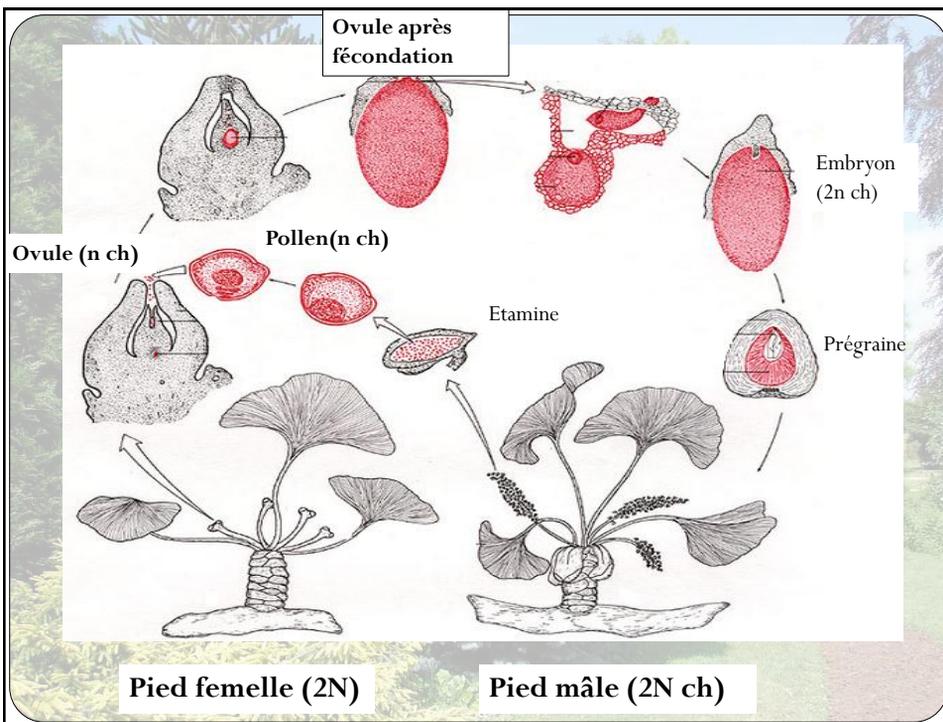
Les **anthérozoïdes mobiles** sont libérés dans ce liquide et pénètrent dans le col de l'**archégone mature** ; un seul fécondera l'oosphère, formant un noyau diploïde : l'œuf, ou zygote.

Cette fécondation en milieu aquatique est nommée **zoïdogamie**.



* L'ovule fécondé se détache de la plante mère (dissémination avant le développement de l'embryon)

▪ L'embryon utilise pour son développement les réserves accumulées dans l'endosperme avant la fécondation (**prégraine: organe de dissémination et conservation de l'espèce**)



Cycle **digénétique diplohaplophasique**.

Prédominance du sporophyte (2n)

Pollinisation : **anémophile**.

La fécondation : **Simple aquatique**.

Formation de **Prégraine**

5-Emplois

Insuffisance circulatoire cérébrale du sujet âgé.

Traitement symptomatique en rapport avec une insuffisance veino-lymphatique et – ou dans celui des signes fonctionnels liés à la crise hémorroïdaire .





👉 Les Conifères sont aussi appelés **Résineux**.

👉 Cette classe est la plus importante des Gymnospermes et considérée la plus représentative du point de vue des caractères.

👉 Ce sont des arbres ou des arbustes

👉 La plupart ont un port pyramidal.



Pinus halepensis L., pin d'Alep.



Juniperus oxycedrus L., genévrier de cade.

« Taga »

👉 Les feuilles ont des caractères xérophytiques et sont **en aiguille** (le pin d'Alep) ou **en écaille** (le cyprès).



Aiguille du Pin.

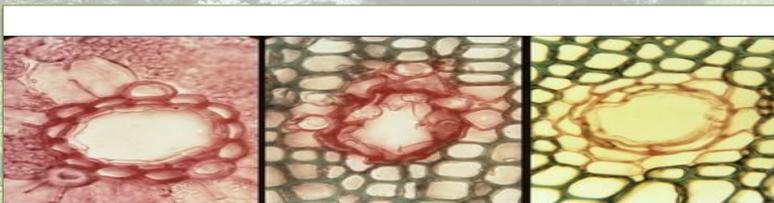


Écailles du Cyprès

Anatomie:

Toutes les Pinophyta: **sauf Taxales**, possèdent des canaux sécréteurs à oléo-résine, dont la localisation permet d'identifier les principaux genres :

	Parenchyme cortical	liber	Bois	Moelle
Tige	Tous les genres sauf Taxus	Araucaria Thuya Cupressus	Pinus Picea Larix	
racine	Jamais			Canal central dans la racine d'Abies Cedrus Pseudo-Larix



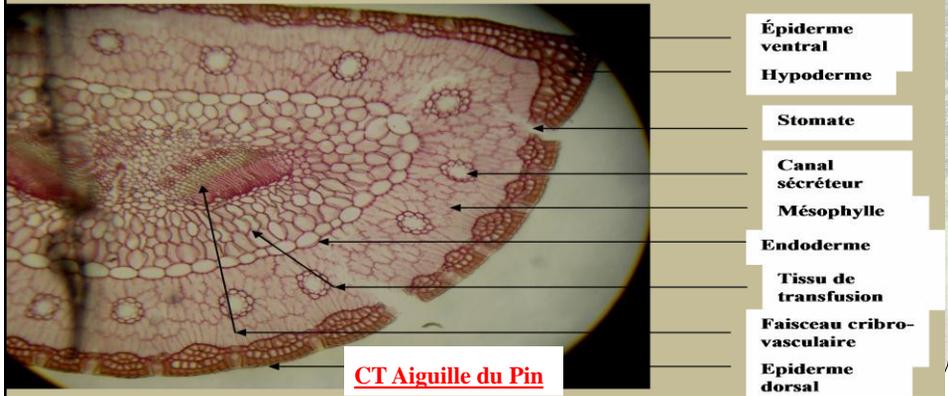
Anatomie:

*Tige: bois homoxylé à trachéides aréolés, Canaux à résine.

*Feuille: cellules épidermique à cuticule épaisse et stomate enfoncé

Canaux sécréteurs, Nervure centrale deux faisceaux libéro-ligneux

Tissus de transfusion plus au moins abondant



❖ Appareil reproducteur :

➤ Les organes sexuelles sont:

- Regroupés en « cônes » à part l'If (d'où le nom de conifère).

- **Unisexués** : soit mâle (étamines), soit femelles (écaille ovulifère).

- **Portés par le même pied**

- **ou sur 2 pieds différents (ex : If).**

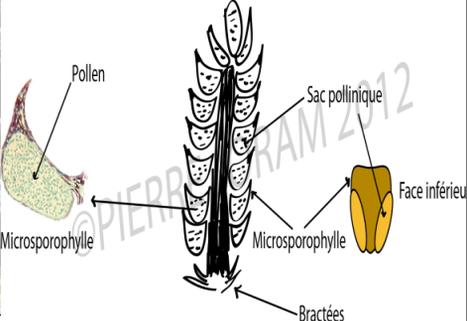
➤ La fécondation est de **type siphonogamie.**

•Appareil reproducteur mâle :

•L'appareil reproducteur mâle est fait de plusieurs **cônes mâles** regroupés en **épis**.

•Chaque cône mâle est formé par de nombreuses **écailles staminales**.

chaque écaille porte sur sa face inférieure deux sacs pollinique dont l'ouverture libère les grains de pollen qui sont disséminés par le vent

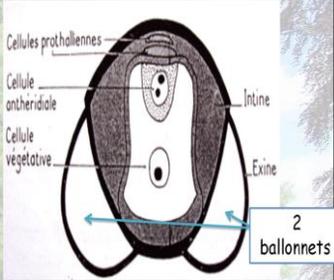
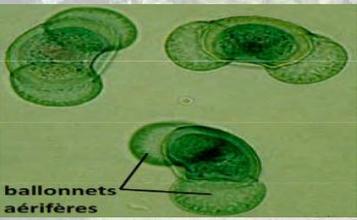
•Structure du grain de pollen :

Le grain de pollen est formé par quatre cellules alignées :

- deux cellules prothalliennes
- Cellule anthéridiale (gamétange) qui produira ultérieurement deux gamètes mâles.
- Cellule végétative à l'origine du tube pollinique.

•Ces cellules sont entourées par une double couche, **l'exine** et **l'intine** ;

• L'exine se détache latéralement et forme deux ballonnets qui rendent le grain de pollen plus léger et assurent une meilleure dissémination par le vent.

Appareil reproducteur femelle :

Le **cône femelle** est formé d'un axe portant des bractées

À l'aisselle de chaque bractée est insérée une **écaille ovulifère**, qui sur sa face supérieure porte deux **ovules**.

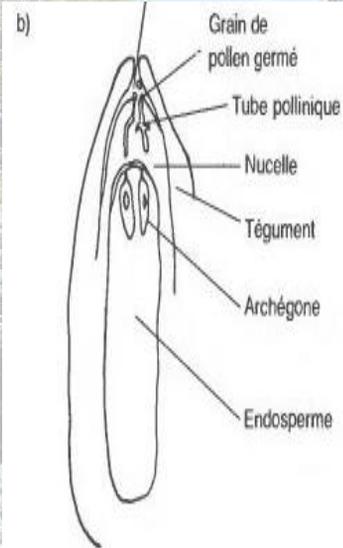


NB : Après pollinisation, les écailles ovulifères écartées se rapprochent et interdisent toute communication entre les ovules et l'extérieur « = **Gymnospermie compensée** »,



NB:

Les gamètes mâles sont déversés **directement du tube pollinique** dans **le gamétophyte femelle**, sans être libérés dans le milieu extérieur, on parle alors de « **siphonogamie** », c'est un **mode évolué, parfaitement adapté à la vie en milieu aérien**.

**•Germination de la graine :**

L'écartement des écailles de cône femelle après fécondation (= Pseudo fruit) libèrent les **graines ailées** qui sont **disséminées par le vent** et dont le développement est à l'origine d'un nouvel arbre de Pin.





* Quelques exemples de Conifères

* Famille : Pinacées

Genre *Pinus*

- *Pinus pinaster* ou pin maritime « الصنوبر البحري »
- C'est une espèce spontanée du littoral.
- Arbre de 20 à 25m de hauteur.
- Le **Pin maritime** est plus exigeant en quantité de pluies que le **Pin d'Alep**. (*Pinus halepensis*)



pin maritime

▪ Les aiguilles sont groupées en fascicules de 2 à 5.

leur section est un demi-cercle.

▪ Les feuilles persistent 3 à 5 ans



Feuille de Pin maritime

Usage:

- Autrefois utilisé comme *expectorant et modificatrice des sécrétions bronchiques.*

❖ **Famille des Cupressacées:**

Cette famille est représentée par des arbres et des arbustes dont les principaux genres sont :

- *Cupressus.*
- *Juniperus.*
- *Tetraclinis*
- *Thuja.*
- *Sequoia....*

☀ **Genévrier commun , *Juniperus communis* L.**

🌿 **Description:**

▪ Le genévrier est un arbrisseau buissonnant à ramure serré .

▪ Les feuilles:

- persistantes ,
- étroites , linéaires
- verticillées par trois ,
- Et sont effilées en une pointe piquante .



Juniperus communis L.

▪ Face supérieure ornée d'une bande blanchâtres



Feuille de *Juniperus communis*

▪ Le **pseudo-fruit**: est formé par la soudure de trois écailles ovulifères de couleur brun violet à brun noir , globuleux, charnu , d'odeur fortement aromatique.



Pseudo fruit de Juniperus communis

 **Emplois:**

Le pseudo-fruit de genévrier est utilisé traditionnellement par voie orale :

- Pour stimuler l'appétit
- Comme adjuvant des cures de diurèse dans les troubles urinaires bénins

☀ *Juniperus oxycedrus* L., genévrier de cade. « Taga »

- Petit arbre très réparti en Algérie depuis l'étage subhumide jusqu'au semi-aride .

- Cette espèce se trouve associée au chêne vert (*Quercus ilex* L).



- Le genévrier oxycède possède des feuilles linéaires et piquantes.
- Feuilles offrant en dessus une nervure médiane verte avec de part et d'autre une bande blanchâtre.
- Son fruit est un galbule brun-rouge à maturité (fausse baie).



❖ Huile de Cade

Produit très coloré

Réputée **parasiticide** et **antiseptique**

Elle a été employée en pommade pour le traitement **d'affection de la peau** (kératoses,eczémas, nevrodermites)

Les applications doivent **être de courte durée** (risque cancérogène).



☀ ***Juniperus phoenicea* L.**, genévrier de Phénicie ou genévrier rouge .
«Araar»

👉 C'est un arbrisseau de la région méditerranéenne, où il pousse dans les lieux **rocaillieux, surtout sur le calcaire.**



Juniperus phoenicea L

👉 Il se distingue du genévrier cade, qui a le même habitat, **par ses feuilles en écailles** et non en aiguilles.



Juniperus phoenicea L

*** Usages traditionnels:**

- Maux de ventre et douleur pelvienne, diarrhée,
- fruit contre le diabète.
- Goudron contre la gale.

*** Propriétés médicinales :** peut soulager:

- Infections urinaires, affections cutanées, d'arthrose.....

❖ Famille des Taxacées :

Origine: Europe, Afrique du Nord (Algérie) et du nord de l'Iran.

- L'if fait partie des **rare gymnospermes non résineux**,
- classer dans l'ordre des taxaes.
- **Il se distingue des résineux** par le fait qu'il **ne produit pas de cône.**

Exemple d'étude :

Taxus baccata (if de l'Europe)

Étymologie :

❖ Du grec "*hyfe*", "tissu", car on confectionnait des vêtements à partir de ses fibres de bois .

❖ Son nom latin "*Taxus baccata*" dérive du grec "*taxis*" qui signifie **ordre ou arrangement**, allusion à la disposition très régulière des feuilles sur les rameaux(**en latin le mot *taxicum* signifie "poison"**)

et de "*baccata*", qui signifie **baccifère**, c'est à dire porteur de baies, se **rattachant au fruit simulant une baie ou bacca.**

Description de l'appareil végétatif :

- Arbre de 9 à 15 mètres de haut
- croissance lente



- 👉 Feuillage persistant linéaire , insérées en spirale tout autour des rameaux
- 👉 Elles sont souples, plates et pointues, mais **non piquantes**



Appareils reproducteurs/Fruit:

❖ Les chatons mâles portent un nombre relativement grand d'étamines.

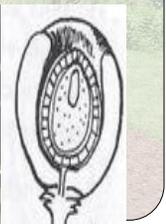


❖ Les fleurs femelles:

- ovule terminal unique, entouré de bractées écailleuses.



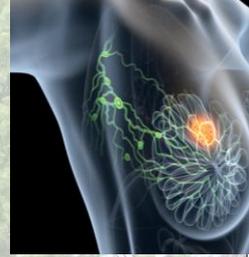
Pseudo **Fruit** charnu d'apparence d'une baie rouge (arille).



Indication

▪ Docétaxel (Taxotère) dérivé semi synthétique à partir du 10-désacétylbaccatine III de l'if de l'Europe.

▪ Traitement du cancer du sein localement avancé ou métastatique (agent antimétabolite)



Toxicité :



Toutes les parties de la plante sont très toxiques, sauf la chair rouge des arilles. La composante toxique est la taxine, un alcaloïde qui reste actif même après séchage, cuisson ou conservation de la plante.

Les Gnétophytes

Les Saccovulées

Les Chlamydospermes

Gnétophytes Saccovulées Chlamydospermes

• Les Chlamydospermes (du grec chlamydos = **enveloppe** et sperma = **graine**)

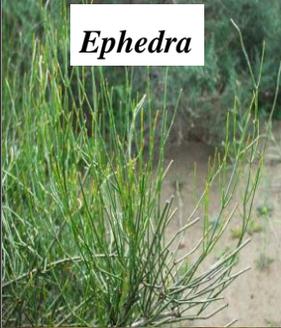
3 ORDRES :

- **EPHEDRALES** -----FAMILLE : **EPHEDRACEA**----Genre : *Ephedra*
- **GNÉTALES** -----FAMILLE: **GNÉTACEAE**---- Genre : *Gnetum*
- **WELWITSHIALES**-----FAMILLE : **WELWITSHIACEAE**---genre: *Welwitschia*



Gnétophytes Saccovulées Chlamydospermes

Appareil végétatif : Le port est très varié



Ephedra

- Buisson
- Feuilles opposées réduites en écailles



Gnetum

- Lianes tropicales
- Feuilles larges opposées



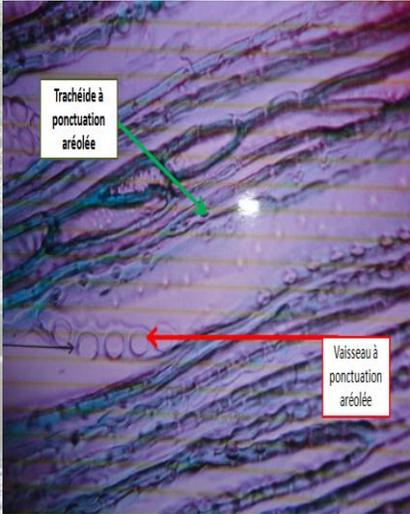
Welwitschia

Tige courte et épaisse(1m)
+ deux feuilles (de 2 à 4 mètres) divisées en bandes longitudinales

Gnétophytes **Saccovulées** **Chlamydospermes**

Caractères anatomiques :

- Au niveau du bois:
**des trachéides aréolées +
des vaisseaux à ponctuations
complètement perforées.**
- **l'appareil sécréteur est inexistant**
chez les Gnétophytes.



Trachéide à ponctuation aréolée

Vaisseau à ponctuation aréolée

Coupe longitudinale de tige d' *Ephedra fragilis*

Gnétophytes **Saccovulées** **Chlamydospermes**

Appareil reproducteur :

- Les fleurs, réunies par groupes (épis, chatons), ont des enveloppes florales formées de **pièces opposées-décussées.**
- Elles sont généralement **unisexuées;**



Gnétophytes

Saccovulées

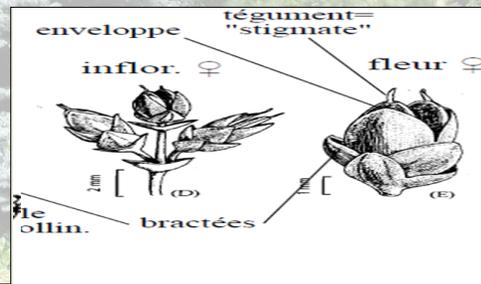
Chlamydospermes

Appareil reproducteur :

- Les fleurs réunies par groupes (épis, chatons),
- Micro – et Macrosporophylles protégées par des enveloppes bractéennes



- Elles sont généralement unisexuées;



Gnétophytes

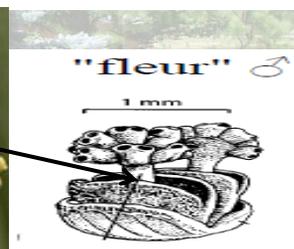
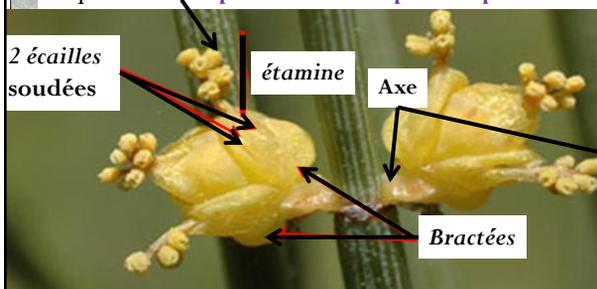
Saccovulées

Chlamydospermes

Appareil reproducteur :

La fleur mâle

- ✓ Un axe court portant plusieurs *verticilles serrés de bractées*.
- ✓ A l'aisselle de chaque bractée, une *fleur mâle* comprenant 2 *petites écailles* soudées à leur base et entourant 1 *seule étamine muni d'un filet* et porteuse de *plusieurs sacs polliniques*.



Gnétophytes

Saccovulées

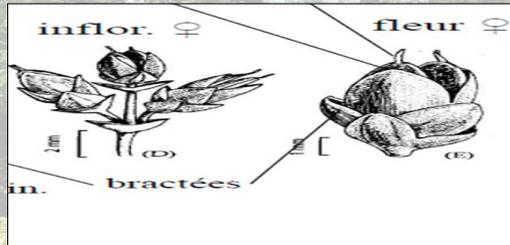
Chlamydospermes

Appareil reproducteur :

La fleur femelle

✓ *L'inflorescence femelle* : un axe très court portant plusieurs verticilles de bractées.

✓ *Les 2 bractées* terminales axillent **2 fleurs femelles**.



Gnétophytes

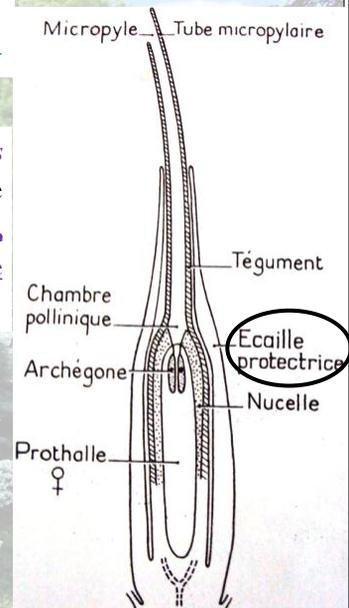
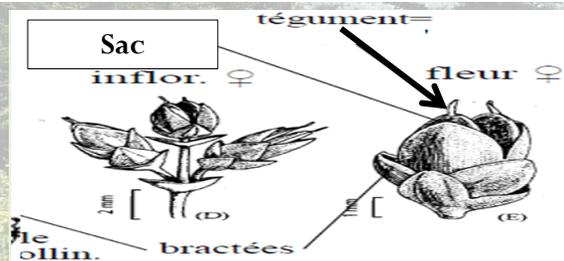
Saccovulées

Chlamydospermes

Appareil reproducteur :

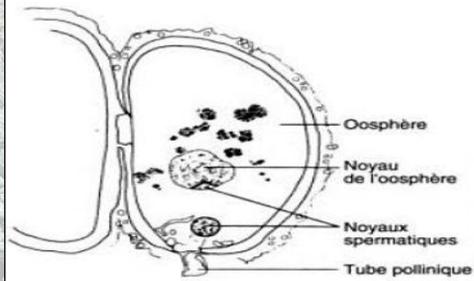
La fleur femelle

✓ *Une fleur femelle* comprend **2 écailles soudées en une sorte de sac** qui enserre presque complètement **un ovule** dont **le tégument, unique, se prolonge en un long tube micropylaire** qui recueille le pollen.



Fécondation

- Le tube pollinique déverse les 2 gamètes mâles dans l'endosperme (gamétophyte femelle)
- Fécondation de Type :
Siphonogamie
- L'un des deux gamètes fusionne avec l'oosphère en donnant l'œuf, l'autre est inutilisé. (fécondation Simple)



Fusion du noyau des gamètes mâles et femelles, le second noyau spermatique (anthérozoïde) dégénère.

Chez certaines Gnétophytes (Ephedras) il existe un phénomène de « double fécondation » : 1 gamète se conjugue avec l'oosphère, l'autre s'unit à la cellule du canal; de cette union nait un tissu réduit qui disparaît bientôt

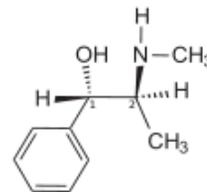
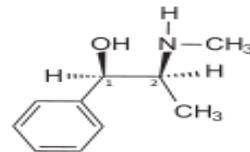
Propriétés et Usages

Ephedra

Le constituant majoritaire:

Éphédrine+++ , Pseudoéphédrine +

(1R,2S)-(-)-Ephedrine



(1S,2S)-(+)-Pseudoephedrine

Ephedra

❖ Ephédrine

Emplois:

- L'éphédrine reste disponible en seringues pré-remplies (voie IV) pour usage hospitalier.



- Elle est indiquée dans l'hypotension au cours de l'anesthésie

Ephedra

❖ Pseudoéphédrine

Le chlorhydrate de pseudoephedrine, seul ou associé (à l'ibuprophène, au paracétamol), entre pour sa part dans la composition de formes destinées au traitement symptomatique de la congestion nasale au cours des affections rhinopharyngées aiguës.





Gymnospermes				
Embranchement	Cycadophytes	Ginkophytes	Coniférophytes	Saccovulées (Gnétophytes)
caractéristiques	Ovules nus		Graines nues (ovules nus)	Ovule enfermé dans un sac « chlamys)
Gamétophyte mâle	Grains de pollen			
Gamétophyte femelle	Endosperme			
<i>Fécondation</i>	Simple En milieu aquatique (zoidogamie)		Simple, Non aquatique (siphonogamie)	Simple (possibilité de double fécondation) Non aquatique (siphonogamie)
Gamètes males	Deux; Ciliés mobiles		deux; immobiles	
Bois	Homoxylé (Trachéïdes Scalariformes + Trachéïdes aréolées)	Homoxylé (Trachéïdes aréolées)		Hétéroxylé (Vaisseaux + trachéïdes aréolées)