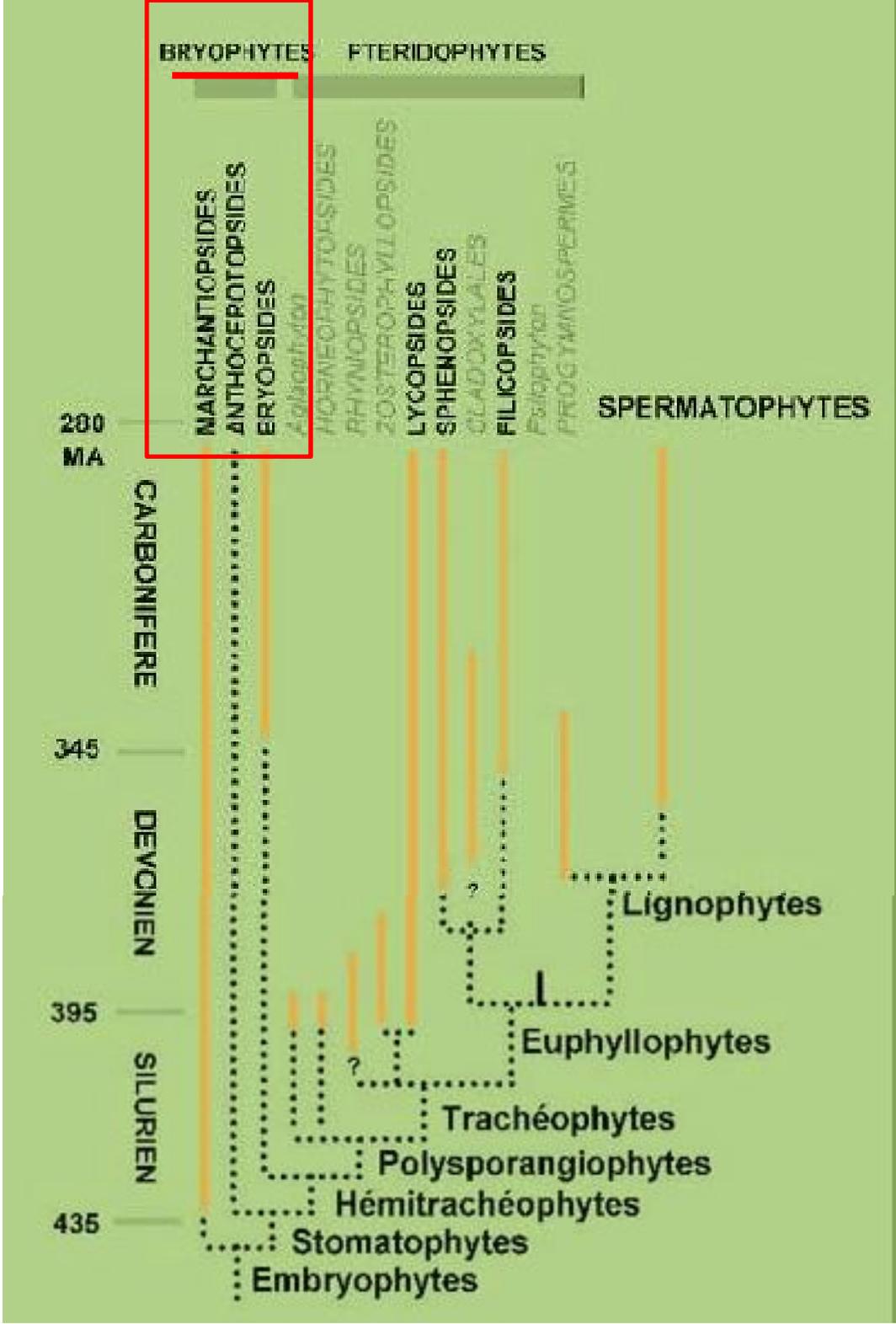
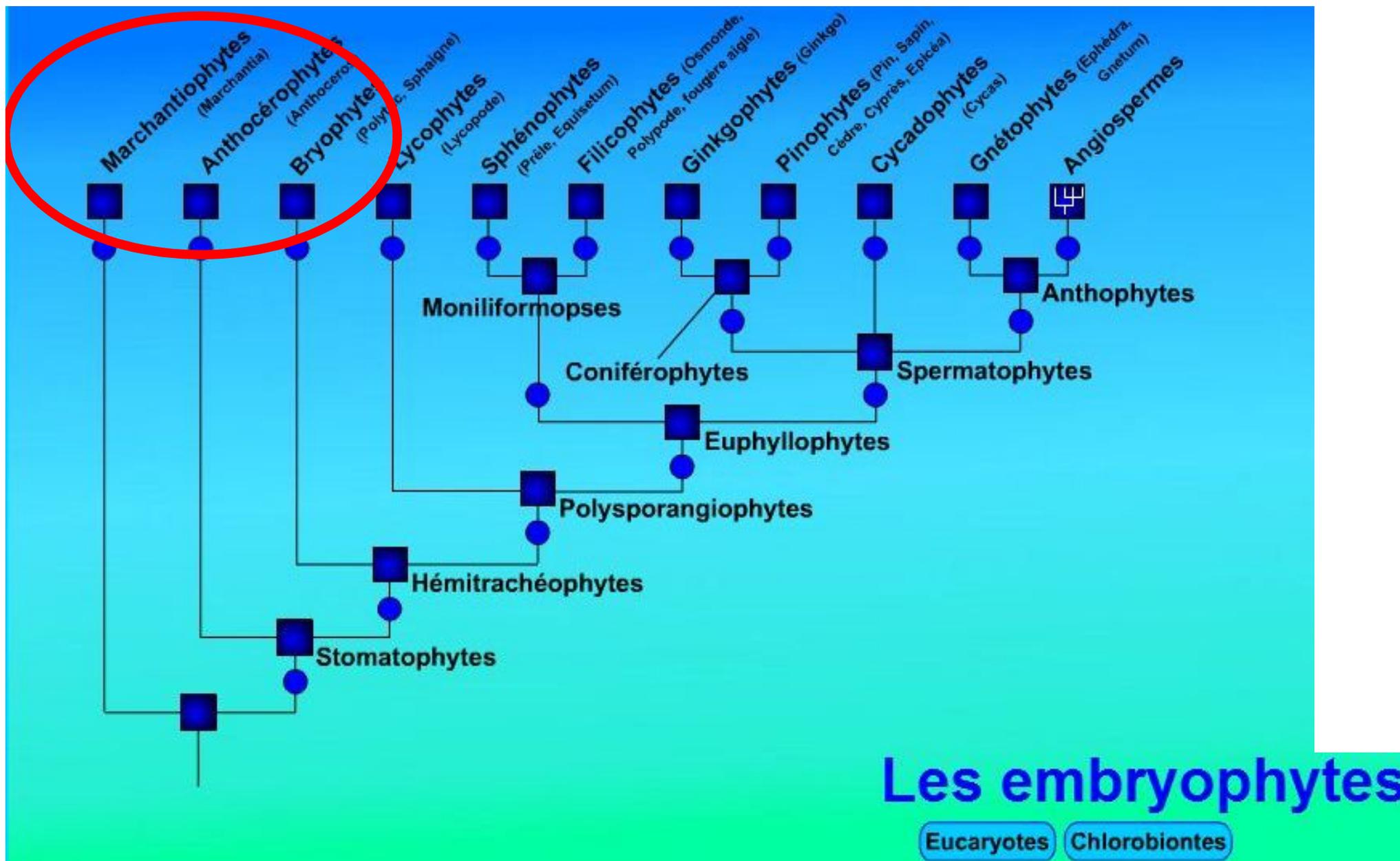


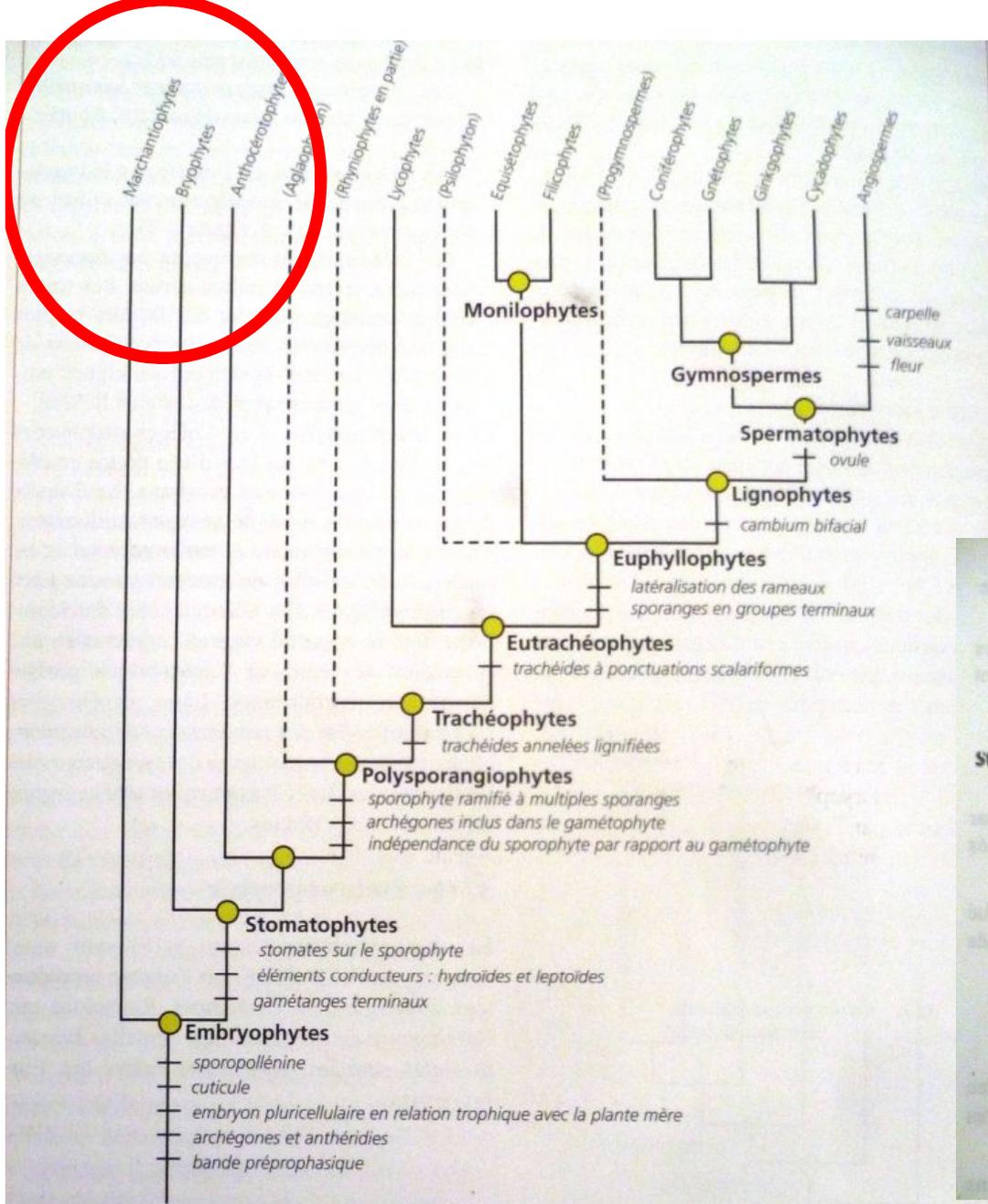
# Les Bryophytes



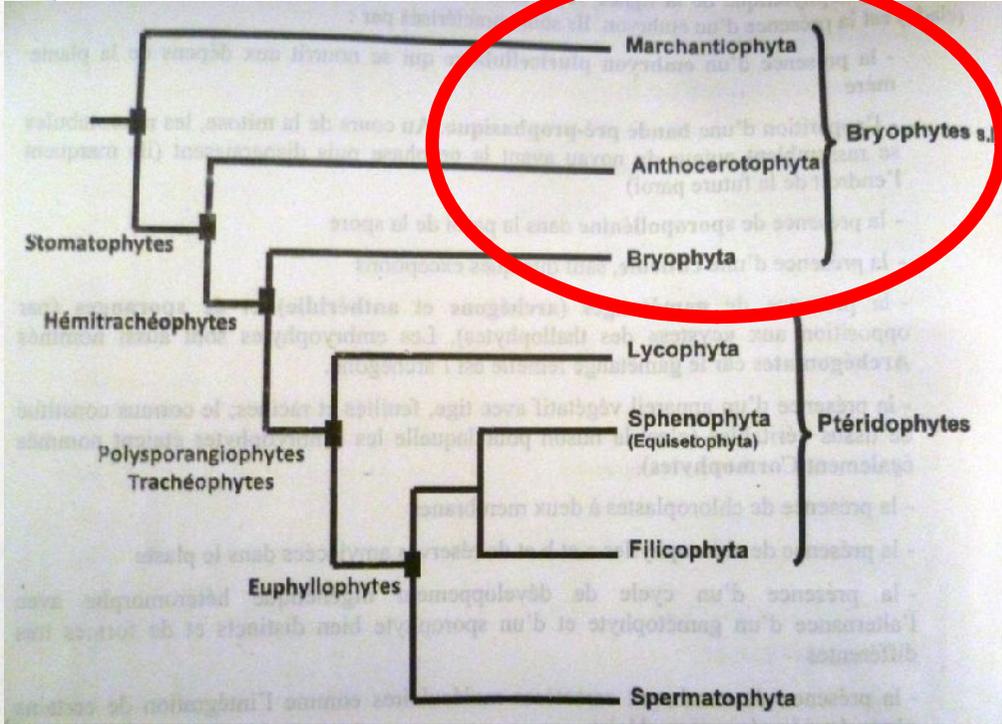




Arbre phylogénétique des Embryophytes  
(Selon Lecointre et le Guyader, 2001)



A gauche: Arbre phylogénétique des Embryophytes (Source: Meyer, 2013)



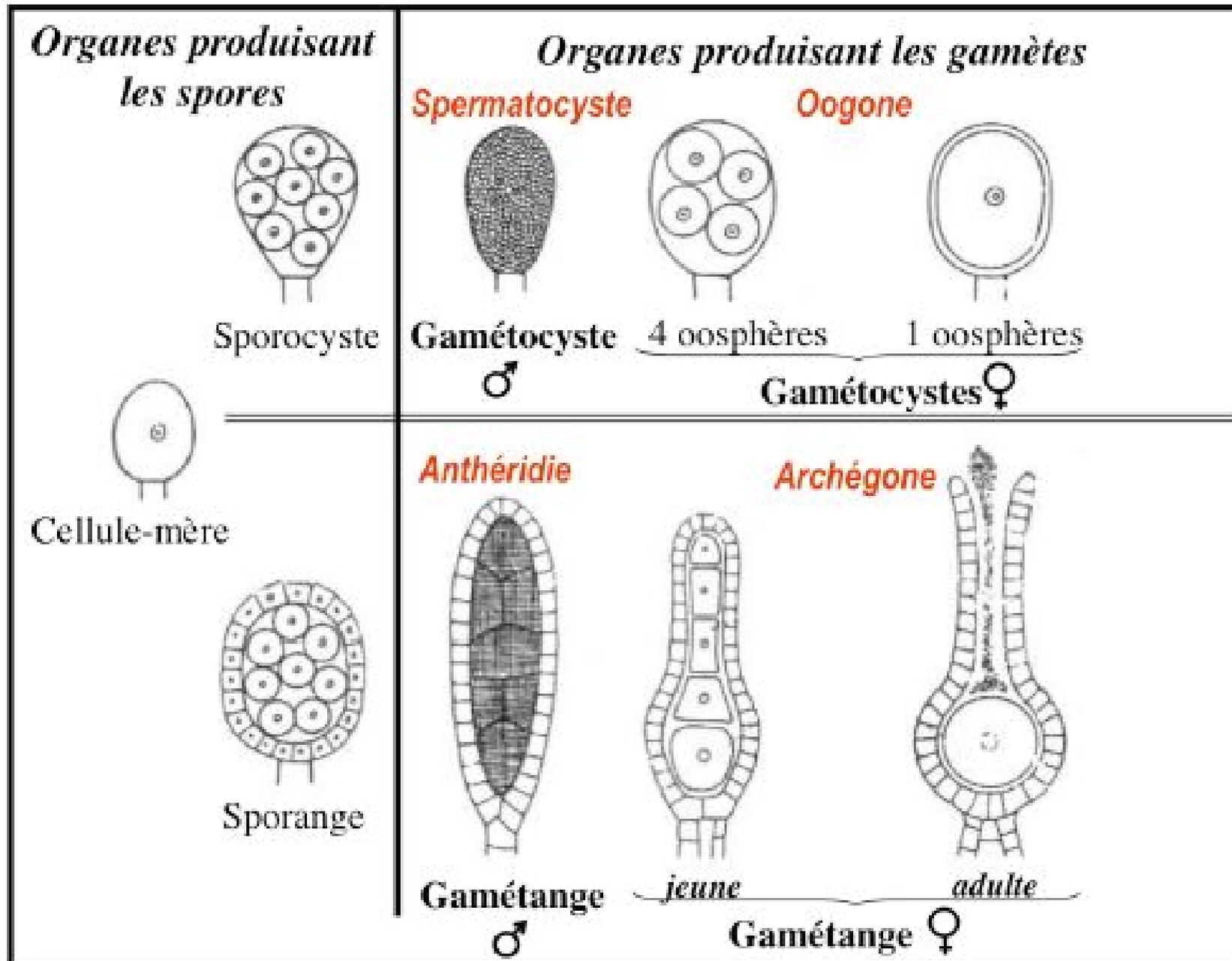
Ci-dessus: Arbre phylogénétique simplifié des Embryophytes (Source: Amirouche et al, 2010)

**Figure 8-18: arbre phylogénétique des Embryophytes**  
 L'étude de Qiu (2006) porte sur des gènes chloroplastiques, mitochondriaux et nucléaires, des caractères structuraux mitochondriaux (absence/présence d'introns) et des séquences d'ADN et d'acides aminés. Elle est aujourd'hui la plus complète. Les groupes fossiles sont en tirets. Les Anthocérotophytes sont proposés comme groupe frère des Polysporangiophytes ou des plantes vasculaires actuelles. La résolution des Spermatophytes fait ressortir aujourd'hui les Gymnospermes comme monophylétiques (d'après Burleigh, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1599-1613 ; Crane, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1683-1699 ; Palmer, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1437-1445 ; Qiu, 2006, *PNAS*, 103 : 15511-15516).

# LES BRYOPHYTES sont des:

- EMBRYOPHYTES CORMOPHYTES  
ARCHEGONIATES  
**PLANTES TERRESTRES**
- EMBRYOPHYTES + Algues vertes=  
CHLOROBIONTES
- Elles possèdent de la chlorophylle a et b et  
de l'amidon intra-plastidial

# Organes reproducteurs: Différences entre Cormophytes et Thallophytes



# Introduction

- 25 000 espèces toutes chlorophylliennes
- Un cycle vital:

2 parties morphologiquement distinctes:

- 1 gamétophyte à  $n$
- 1 sporophyte à  $2n$

*Cycle digénétique haplo-diplophasique  
avec dominance du gamétophyte*

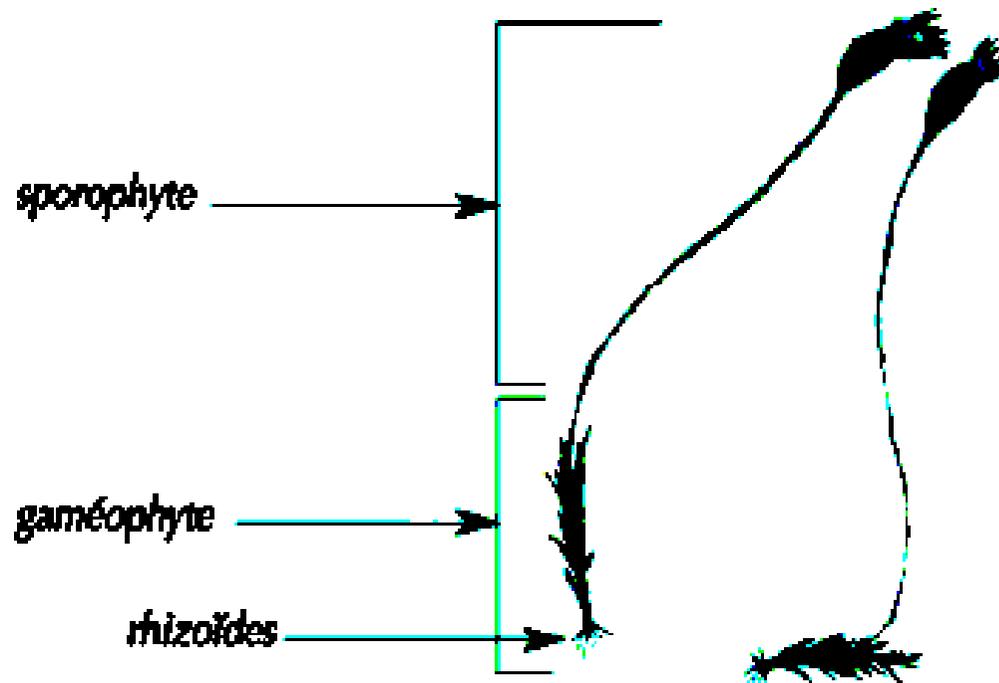
*Un seul sporange par sporophyte.*

# Caractères généraux

- **Cormophytes (Cormus):** Végétaux présentant une tige avec rameaux portant des feuilles assimilatrices.  
Mais chez les Bryophytes, le **Cormus est incomplet**: Fausse tige (**Caulidie**) les feuilles ne sont pas des vraies feuilles (**Phyllidie**) et il manque les racines.  
Présence de **rhizoïdes**: organes de fixation.

# Caractères généraux

- Le sporophyte est toujours fixé au gamétophyte
- Cycle vital comprend 2 phases



# Introduction

- **Cryptogames** (reproduction cachée): pas de fleurs.

**Archégoniates**, comme tous les **Cormophytes**.

- **L'archégone** : Gamétange loge (sac) formée de cellules qui contient et protège le **gamète femelle**.

# Caractères généraux

- Se développent dans les endroits humides (sous-bois, écorce des arbres, rochers, toits etc).
- Strate végétale basse ou strate **muscinale**.

# Caractères généraux

- Colonisent tous les milieux (sauf la mer): espèces **pionnières** comme les algues et les lichens.
- grâce au phénomène de **reviviscence**, ces espèces peuvent survivre à l'état déshydraté.



*Une feuille de Syntrichia pagorum a été prélevée sur un échantillon d'herbier vieux de 27 ans. Celui-ci n'a pas vu le soleil depuis sa récolte.*

*Cette feuille a ensuite été placée à la lumière et dans un petit peu d'eau pendant trois semaines. On voit alors sur cette photo la présence de bourgeons de feuilles (au milieu en haut). Les filaments rougeâtres (à droite) sont les jeunes rhizoïdes et les filaments verdâtres forment le protonéma (l'organe d'exploration). Une feuille de mousse possède ainsi la capacité de redonner une plante entière après une trentaine d'années de «dormance» !*

# Caractères généraux

les Bryophytes **au sens large** sont trois groupes de **plantes terrestres** qui ne possèdent pas de vrai système vasculaire:

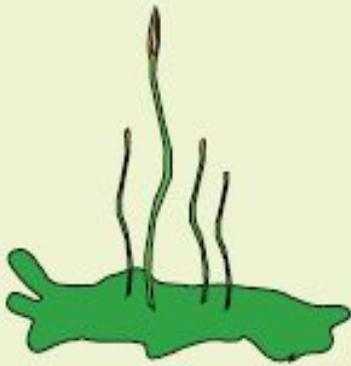
**Hépatiques: MARCHANTHIOPHYTA**

**Bryophytes (sens stricte): BRYOPHYTA**

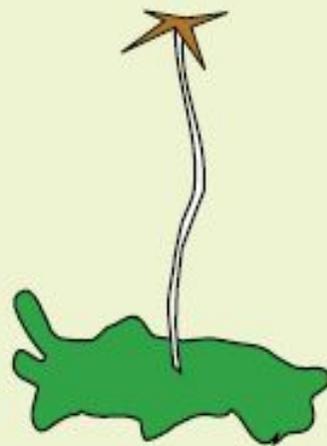
**Anthocérotes: ANTHOCEROPHYTA**

# Les bryophytes

Les anthocérotes



Les hépatiques

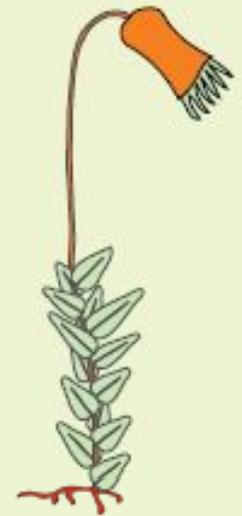


Les hépatiques à thalle



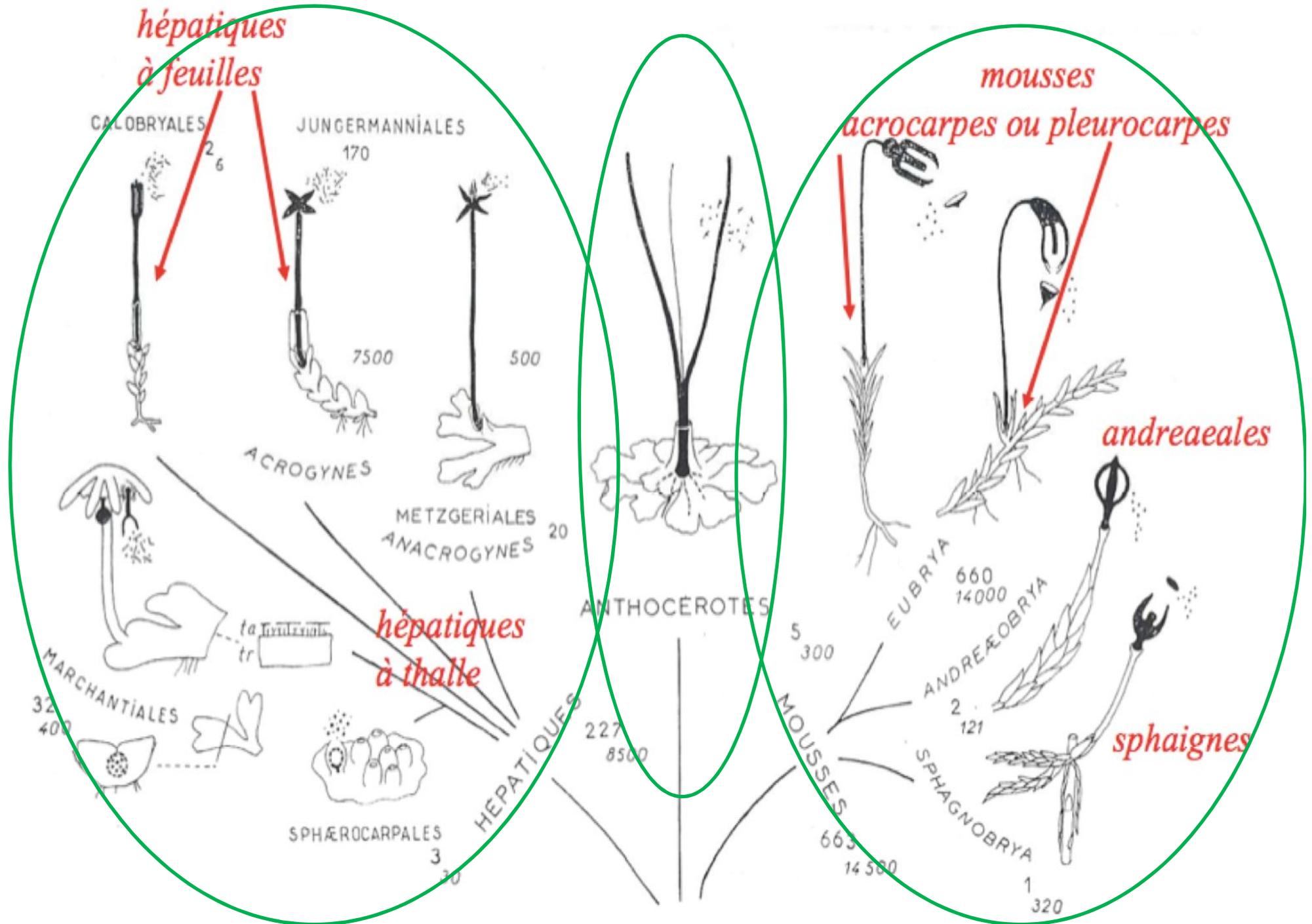
Les hépatiques à feuilles

Les mousses



# Grands groupes de bryophytes

Le sporophyte diploïde est représenté en gras (d'après Augier)



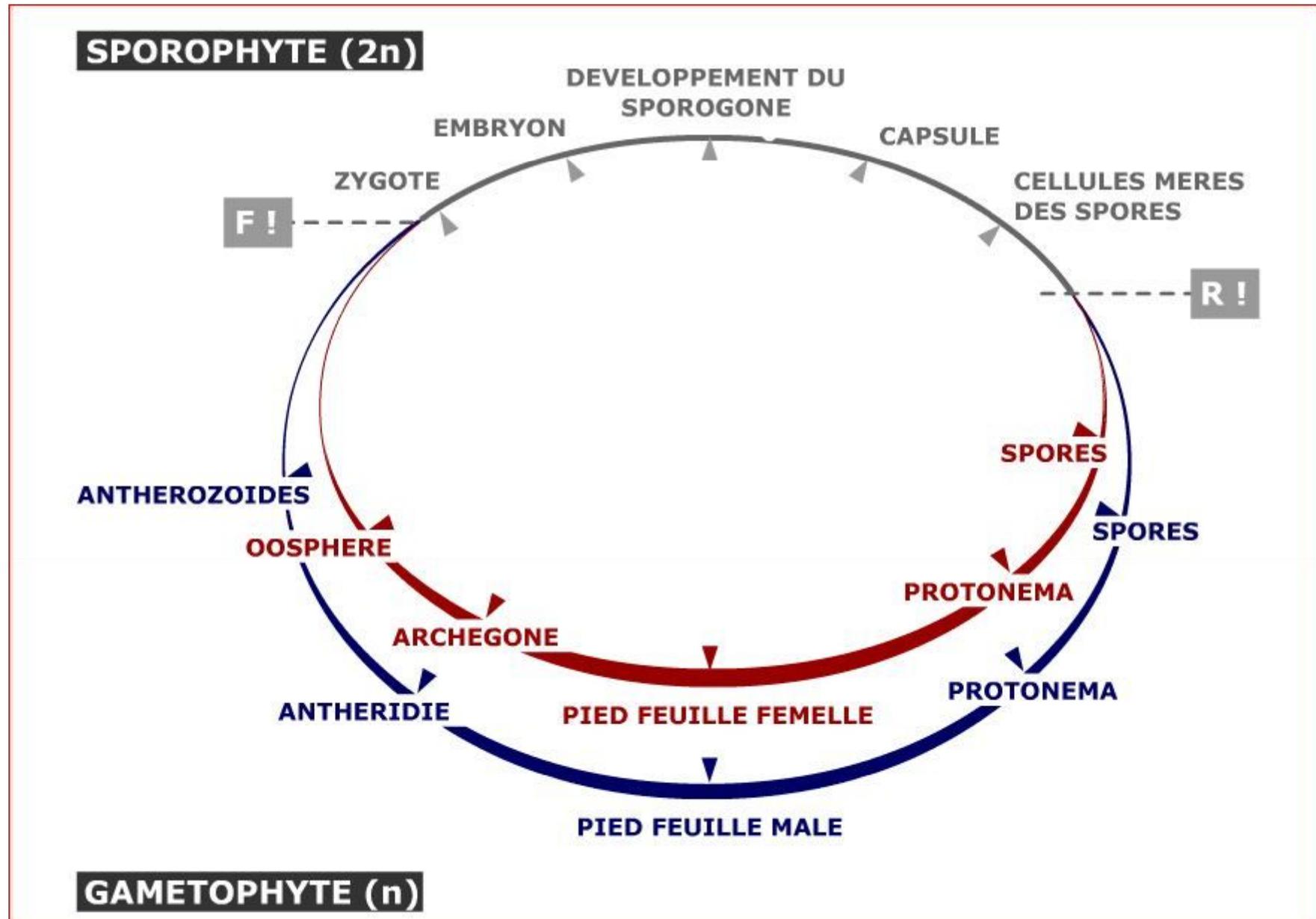
# Caractères généraux

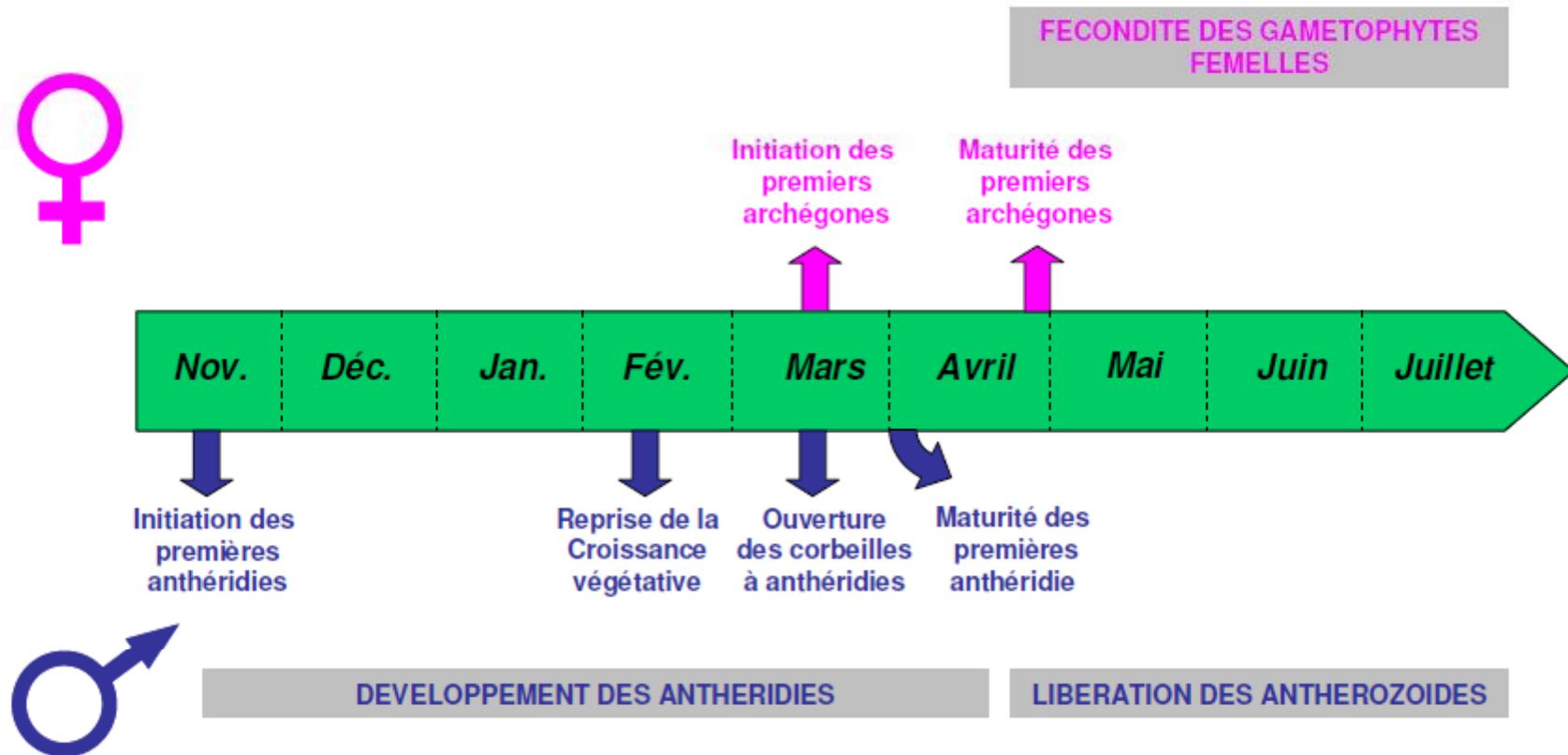
- Apparition des **stomates**:

Feuilles simples avec de stomates pour les bryophytes et des pores chez les anthocerothophytes

Pas chez les marchanthiophytes

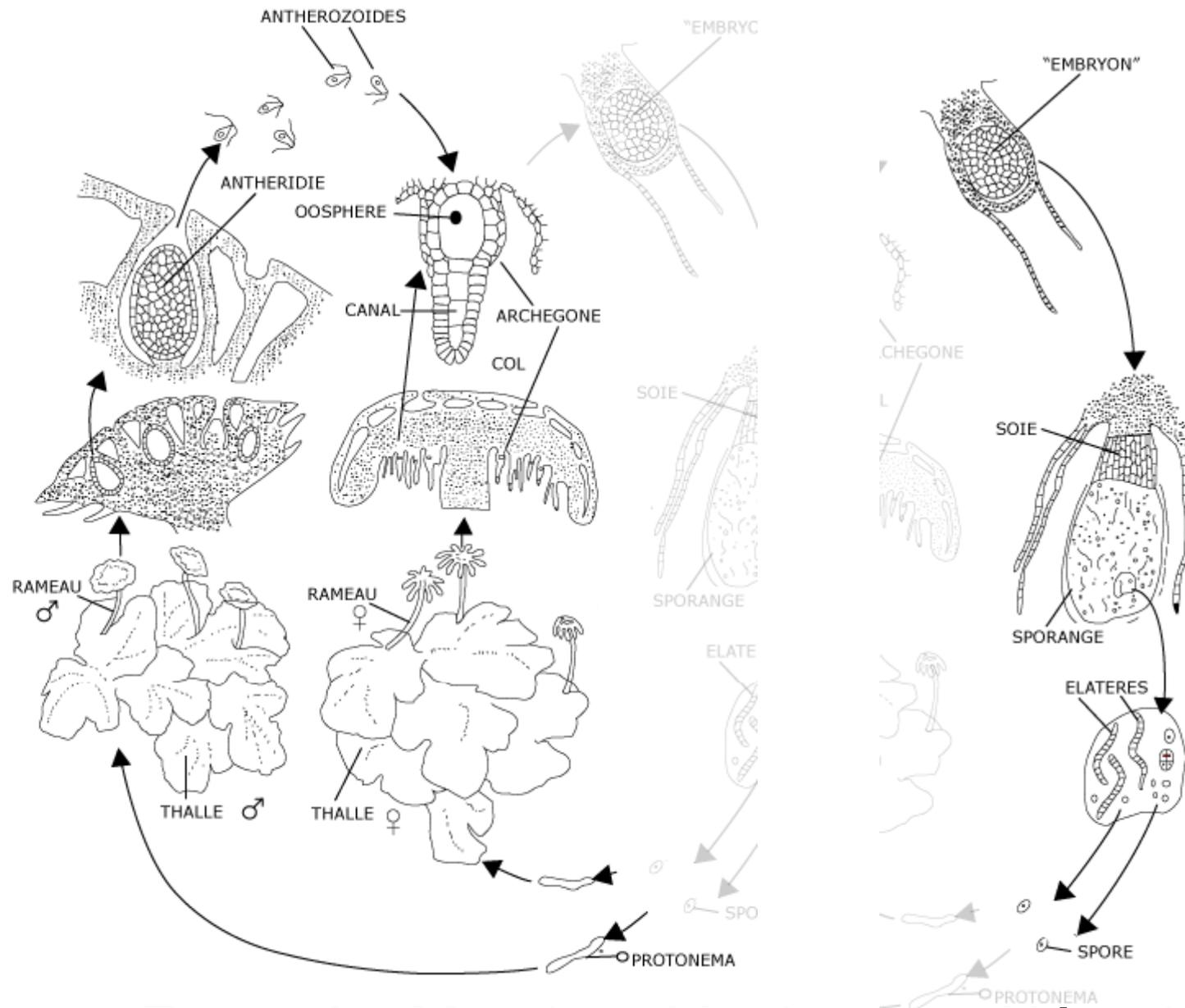
# Cycle de vie des Bryophytes (sl)





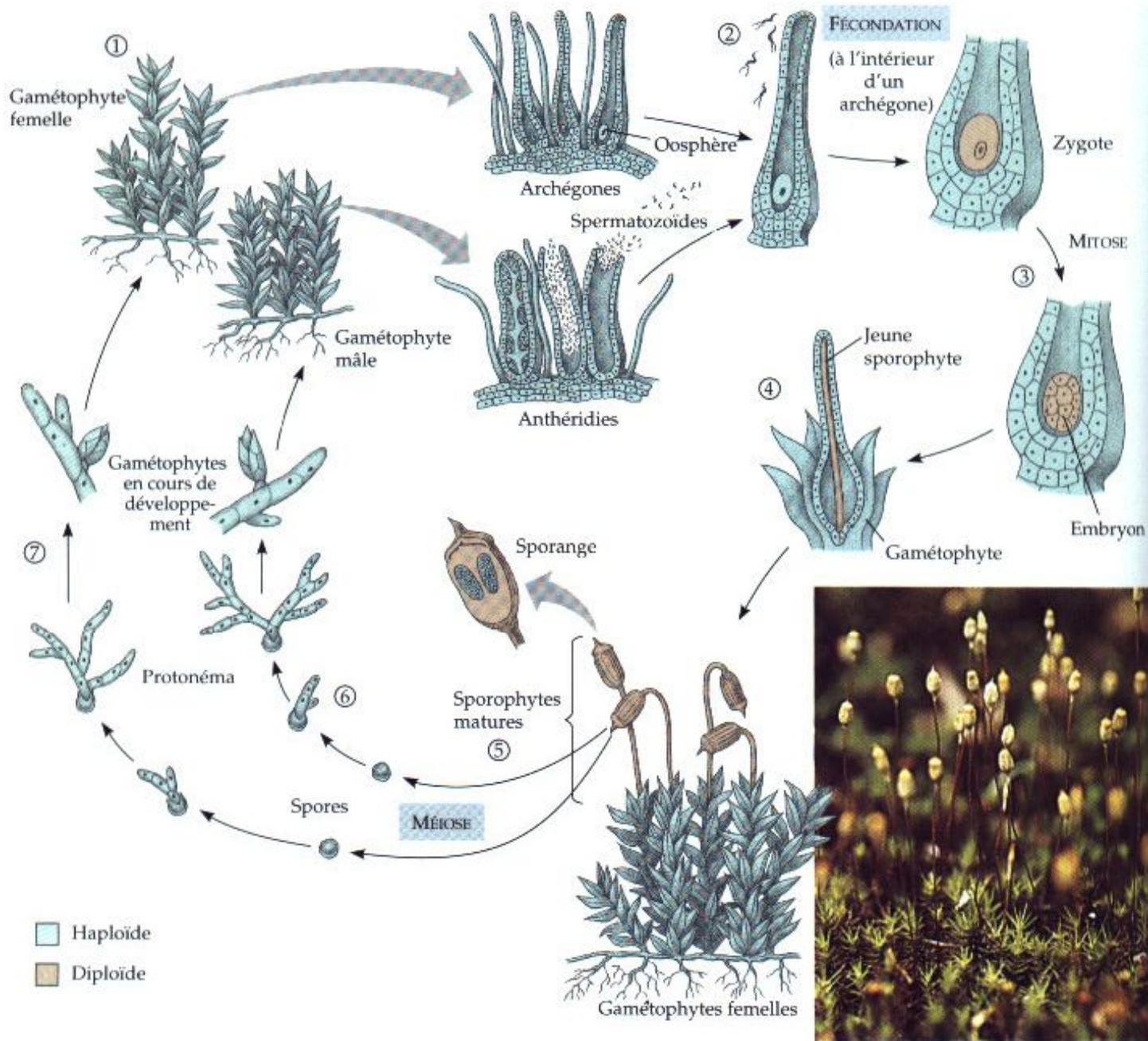
Synchronisation des activités gamétophytiques chez le Polytrichum en forêt de Fontainebleau (Rolland & Vian)

# Cycle de vie des Bryophytes (sl)

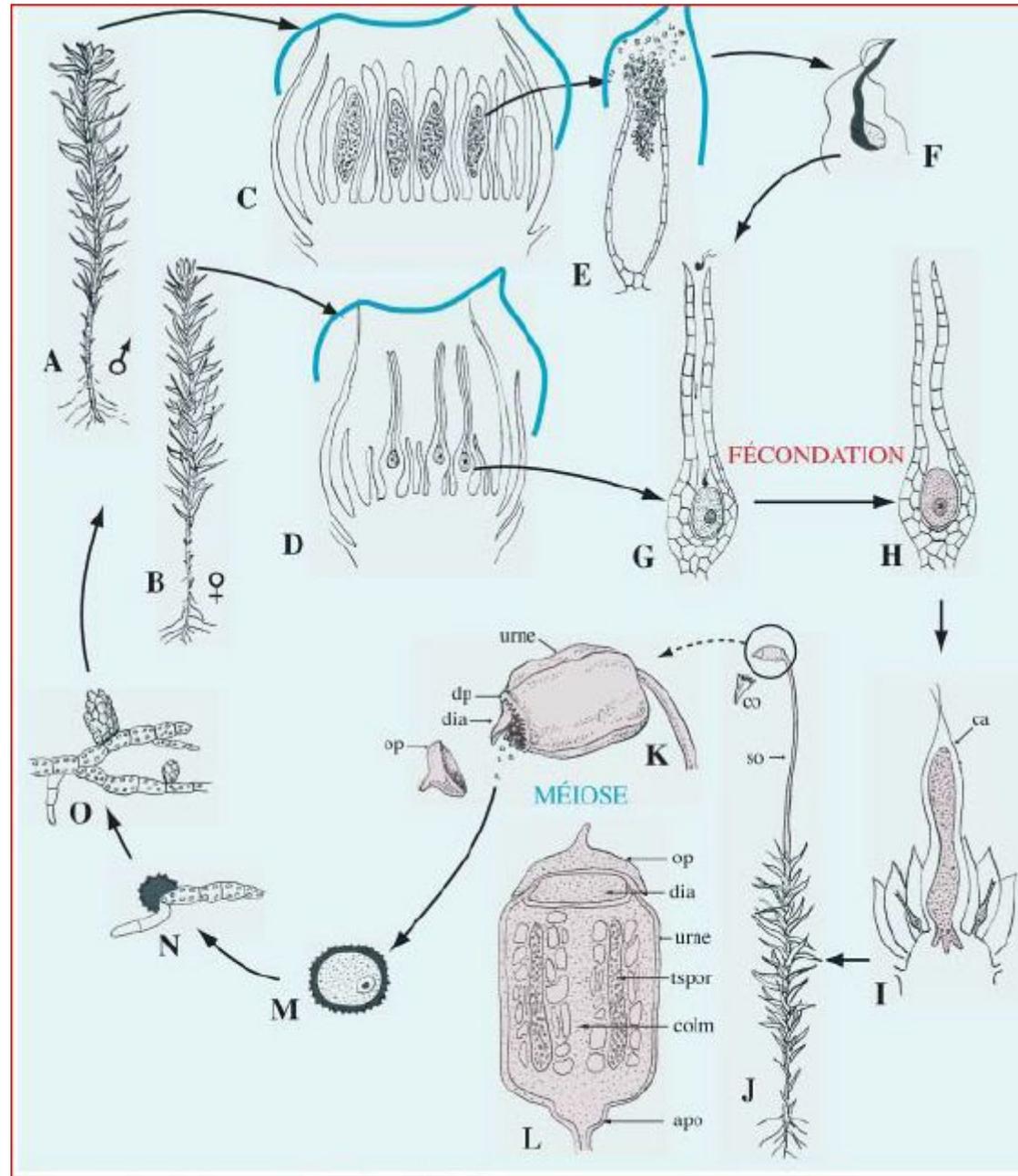


Exemple: Marchantiophyte ou Hépatique

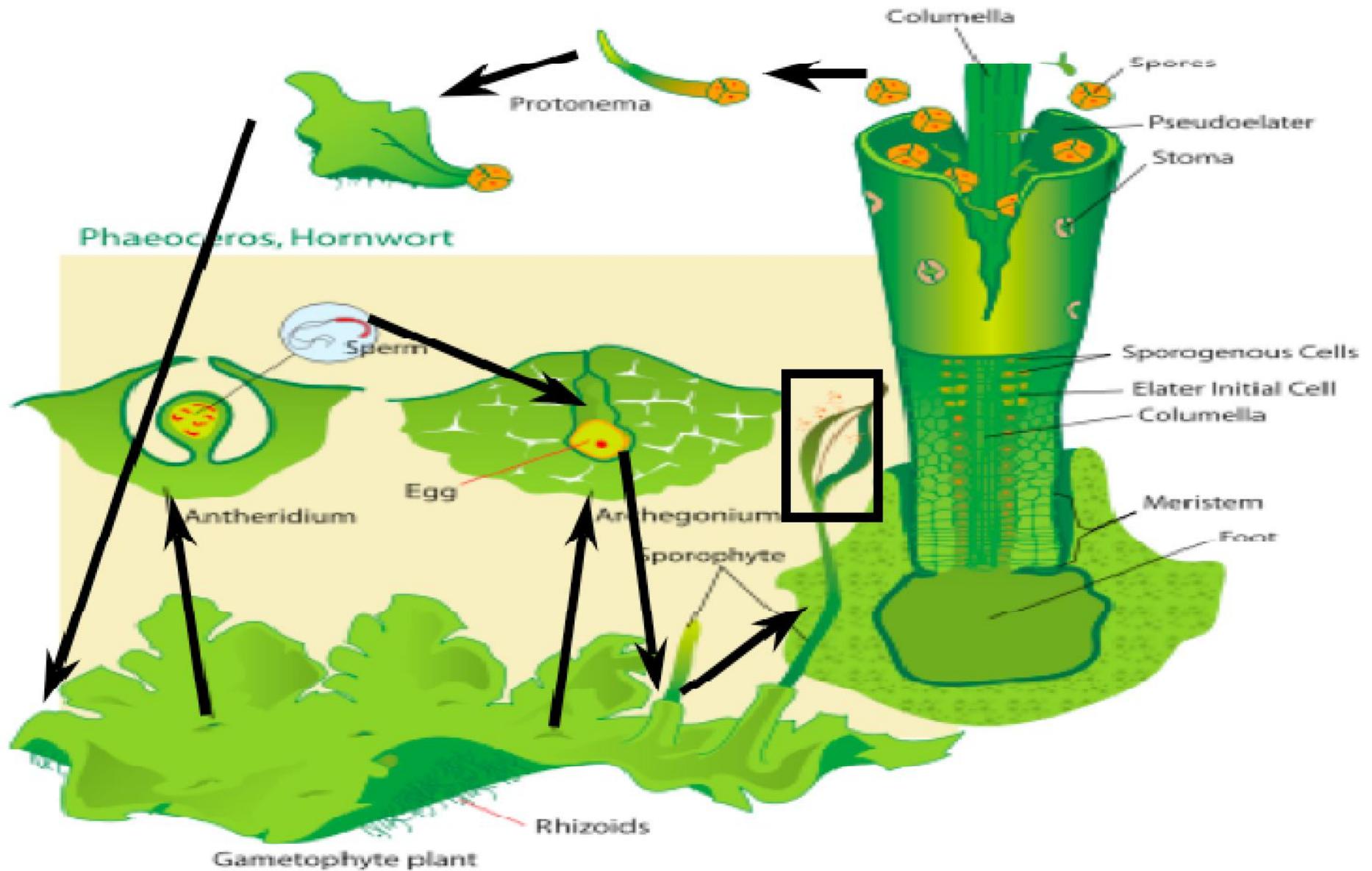
# Cycle de vie des Bryophytes (ss)



# Cycle de vie des Bryophytes (ss)



# Cycle de vie des Bryophytes (sl)



Exemple: Anthocerotophyta ou Anthocérotes

# Appareil Végétatif

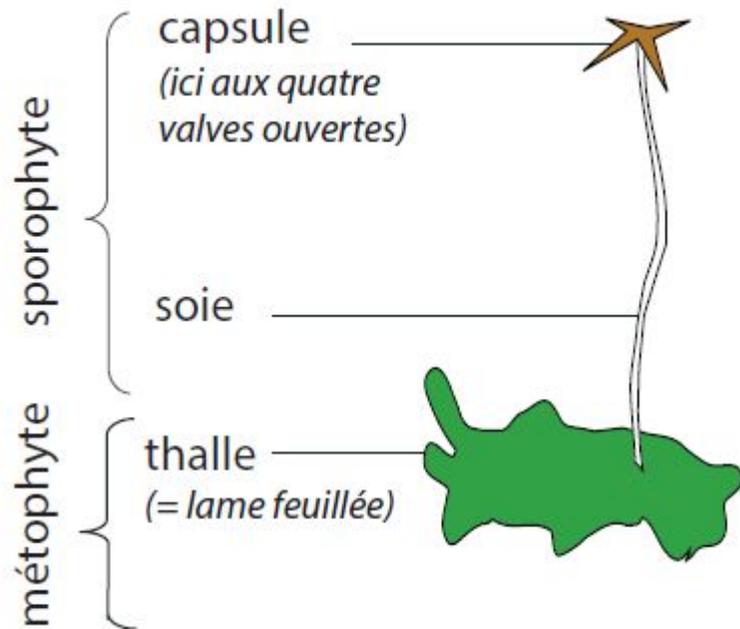
- **Hépatiques ou Marchantiophyta:**  
« thalle » ou tige feuillée + rhizoïde uni-C

Les hépatiques à feuilles constituent la majorité des hépatiques (85%).

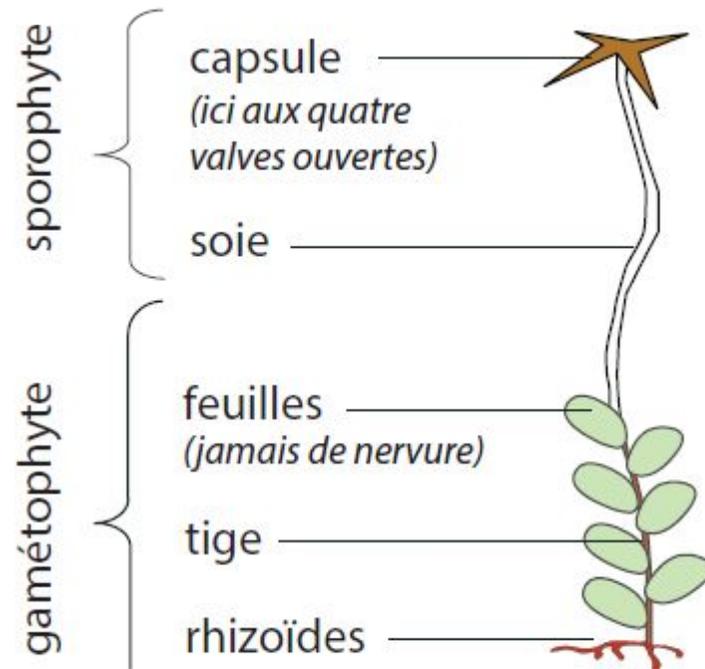


Hépatiques à thalles ne sont pas des Thallophytes mais des cormophytes : **présence d'archégone**

## Hépatique à thalle



## Hépatique à feuilles



# Appareil Végétatif

- **Mousses ou Bryophyta:**  
tige feuillée +  
rhizoïde pluri-  
Cellulaire



# Appareil Végétatif

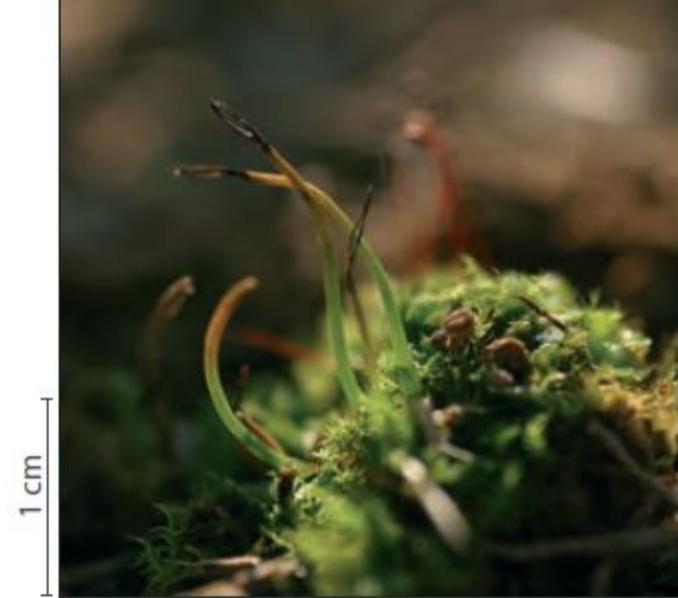
- **Anthocérotes ou Anthocérotophyta:**  
« thalle » + rhizoïde pluri-cellulaire

Les Anthocérotes à thalles ne sont pas des Thallophytes  
mais des cormophytes :  
**présence d'archégone**





*Les anthocérotes (ici Anthoceros agrestis) possèdent des sporophytes à croissance continue. Les spores sont libérées au sommet des capsules*



*Les deux valves brunâtres libérant les spores sont ici visibles au sommet des sporophytes*

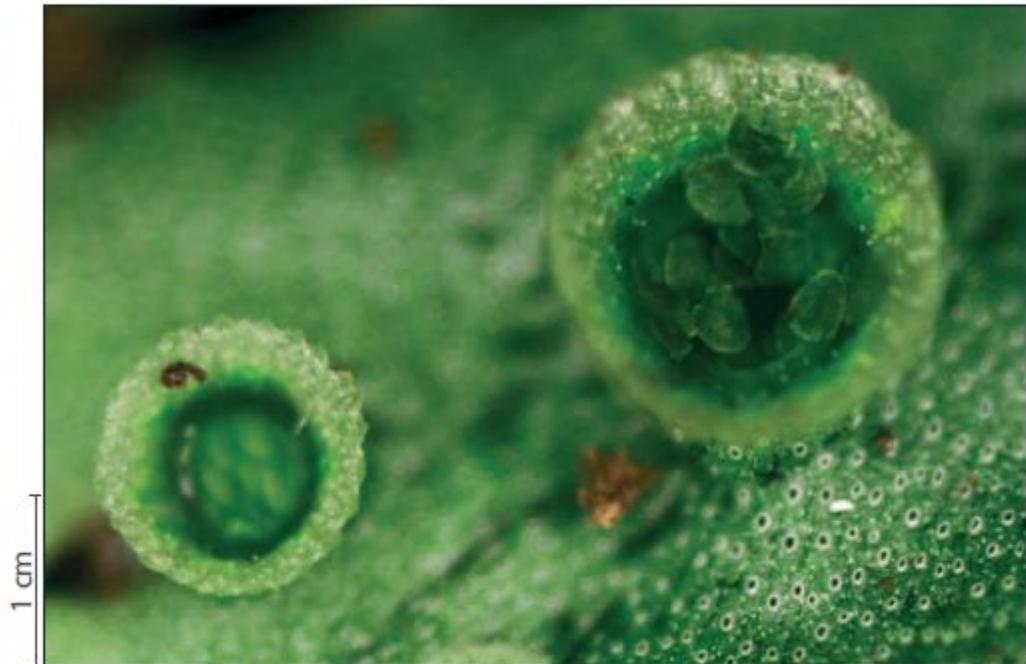


***Anthoceros* sp. : thalle comportant des sporogones (à gauche), cellules à chloroplaste unique (milieu), sporogones matures (à droite).**

# Appareil reproducteur

## Reproduction Asexuée

- 1- Fragmentation du gamétophyte puis dispersion des amas de cellules
- 2- Formation d'organes de dissémination spécialisés: les propagules ou spores



Les **propagules** sont des organes de reproduction asexuée. Chez l'hépatique *Marchantia polymorpha* (appelée aussi hépatique des fontaines), elles sont contenues dans des corbeilles à propagules. La photo de droite montre deux corbeilles remplies de propagules. La forme en entonnoir de ces corbeilles permet aux propagules de se faire propulser jusqu'à 15 cm plus loin, lorsque une goutte de pluie tombe au milieu de la corbeille. Cette particularité permet à cette espèce de se multiplier très rapidement autour de la plante «mère». *Marchantia polymorpha* (et ses corbeilles) est visible dans les pots de fleurs ou dans les cours pavées (à la Treille notamment).

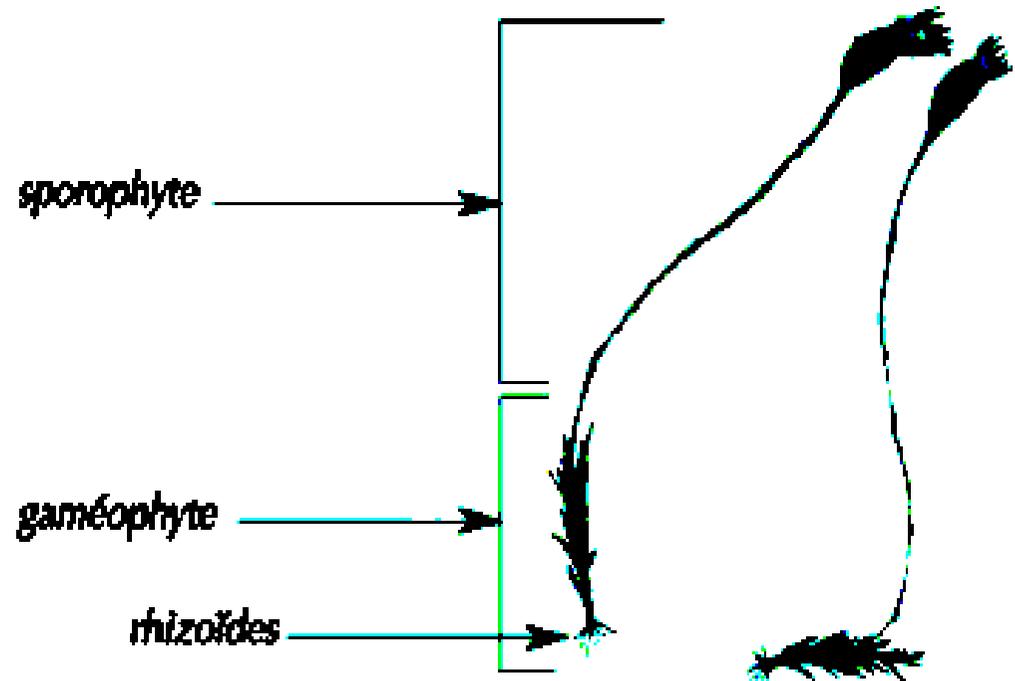
# Appareil reproducteur

Reproduction Sexuée :

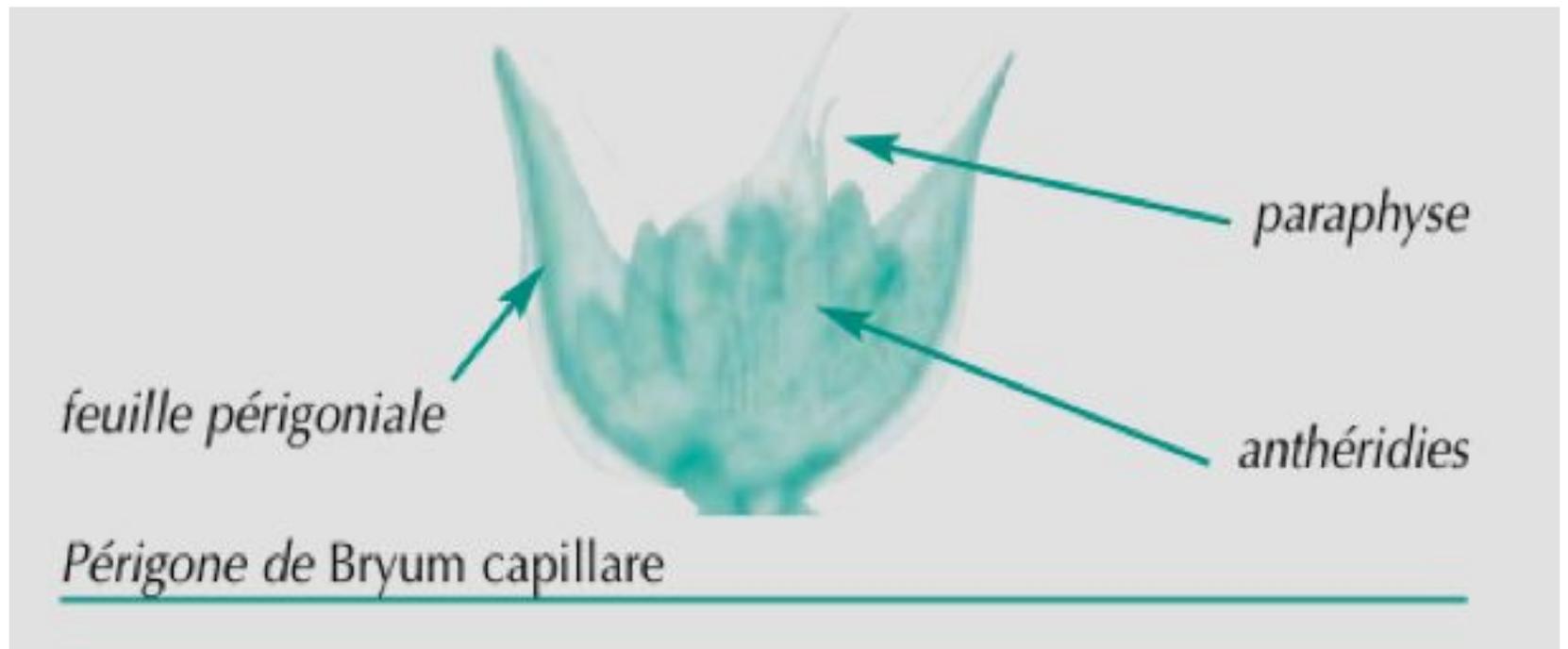
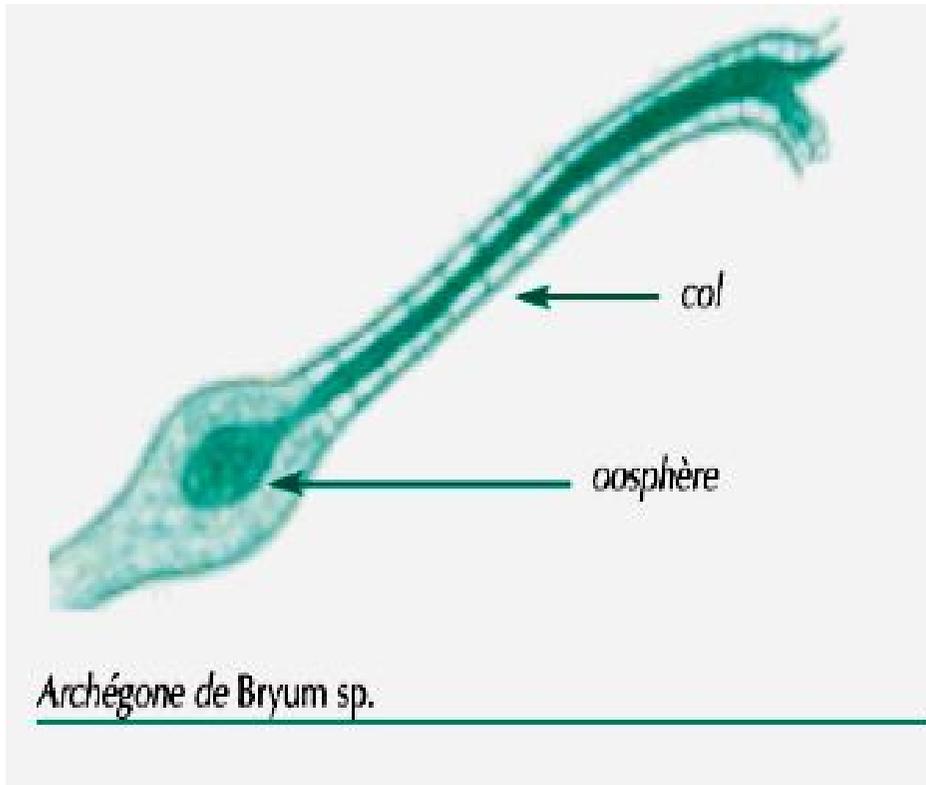
Sur le Gamétophyte

Le zygote donne le Sporophyte

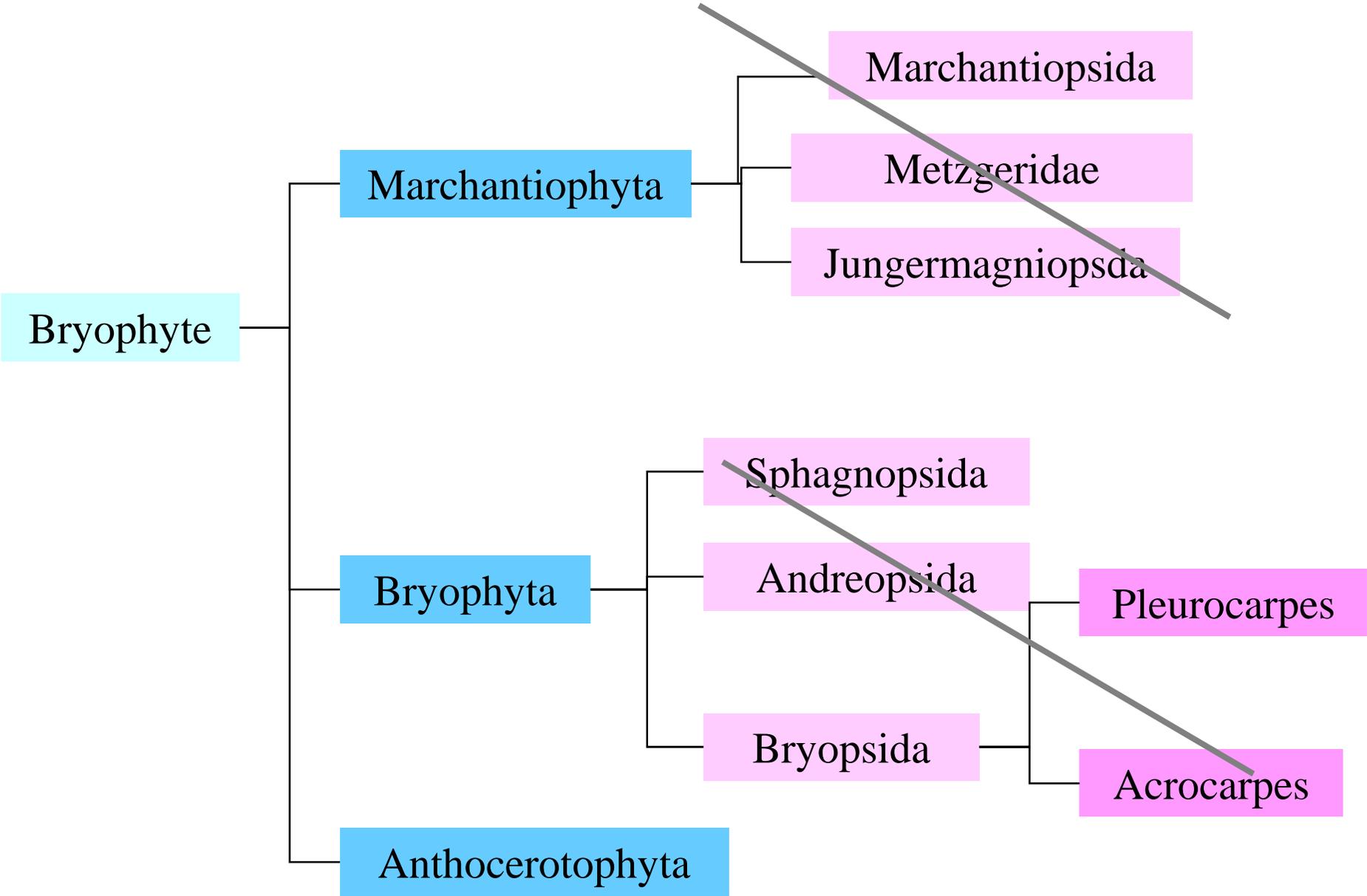
Le sporophyte se développe sur le gamétophyte en « parasite ».



Les organes reproducteurs (**gamétanges**): des **archégonés** et des **anthéridies**.



# Classification: Les BRYOPHYTES (s.I)



# I. Marchantiophyta ou Hépatiques

- 6 à 8 000 espèces.
- Petites plantes sans racines: présence d'un rhizoïde unicellulaire
- Pas de système vasculaire



# I. Marchantiophyta ou Hépatiques

Hépatique à thalle simple



*Pellia épiphylla*

# I. Marchantiophyta ou Hépatiques

Systematique toujours discutée  $\Rightarrow$  2 classes:

## **Marchantiopsida**

(hépatique à « thalle »  
complexe multistratifié)

## **Jungermagniopsida**

2 sous-classes:

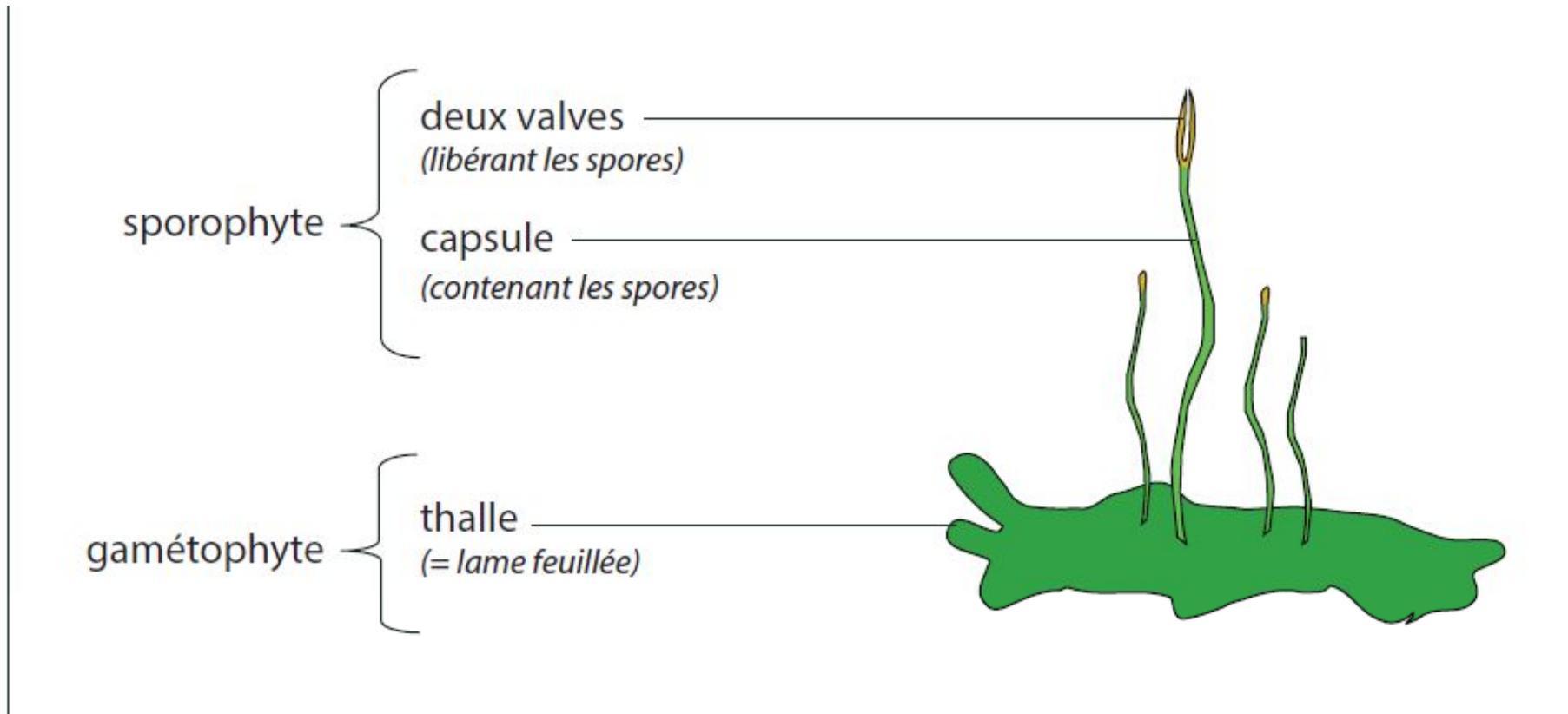
- Metzgeriidae  
(hépatiques à « thalle simple
- Jungermanniidae  
(hépatiques à feuilles)



*Calypogeia fissa* (L.) Raddi (photo Michael Lutz)

*Calypogeia fissa* (L.)

## II. Anthocerotophyta ou Anthocérotes



- Dans le passé, étaient rattachés aux Hépathiques
- Abondants en zone tropicale

## II. Anthocerotophyta ou Anthocérotes

- Le sporophyte possède de la chlorophylle, des stomates,
- $\Rightarrow$  capable d'assumer la photosynthèse.
- les spores sont entourées de pseudo-**élatères**

Les élatères sont des filaments entourés de fibres disposées en spirale, aidant à la dissémination.

# II. Anthocerotophyta ou Anthocérotes

## APP. VEGETATIF

Organisme thalloïde

Rhizoïdes pluricellulaires face inf.

1 seul chloroplaste avec Pyrénnoïde

Absence d'oléocorps

## II. Anthocerotophyta ou Anthocérotes

### APP. REPRODUCTEUR

Archégone se développe à partir d'une cellule superficielle

Anthéridie se développe à partir d'une cellule sous épidermique

Capsule a 2 valves, présente une columelle

### III. Bryophyta ou Mousses



10 000  
espèces

*Funaria hygrometrica*

# III. Bryophyta ou Mousses

Caractères généraux:

Tiges feuillées à disposition hélicoïdale

Symétrie radiale

Sporophyte:

- inclus dans le gamétophyte
- composé d'un pied, d'une soie et d'une capsule

# III. Bryophyta ou Mousses

Caractères généraux:

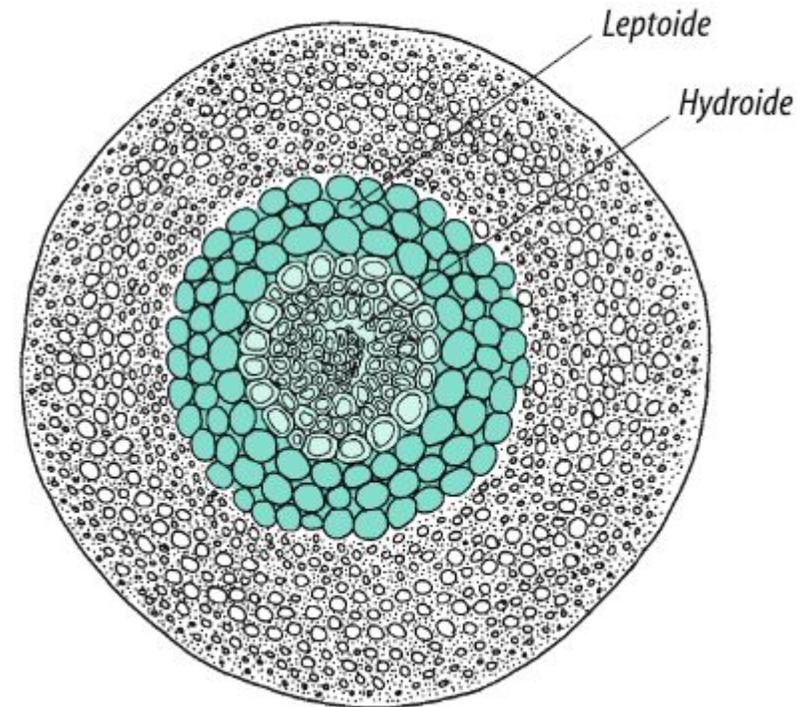
- **Protonéma** bien développé
- Présence de stomates chez beaucoup d'espèces
- Sporophyte chlorophyllien
- Ouverture de la capsule (déhiscence) grâce à un **opercule** ou des **valves**
- Rhizoïdes pluricellulaires.

# III. Bryophyta ou Mousses

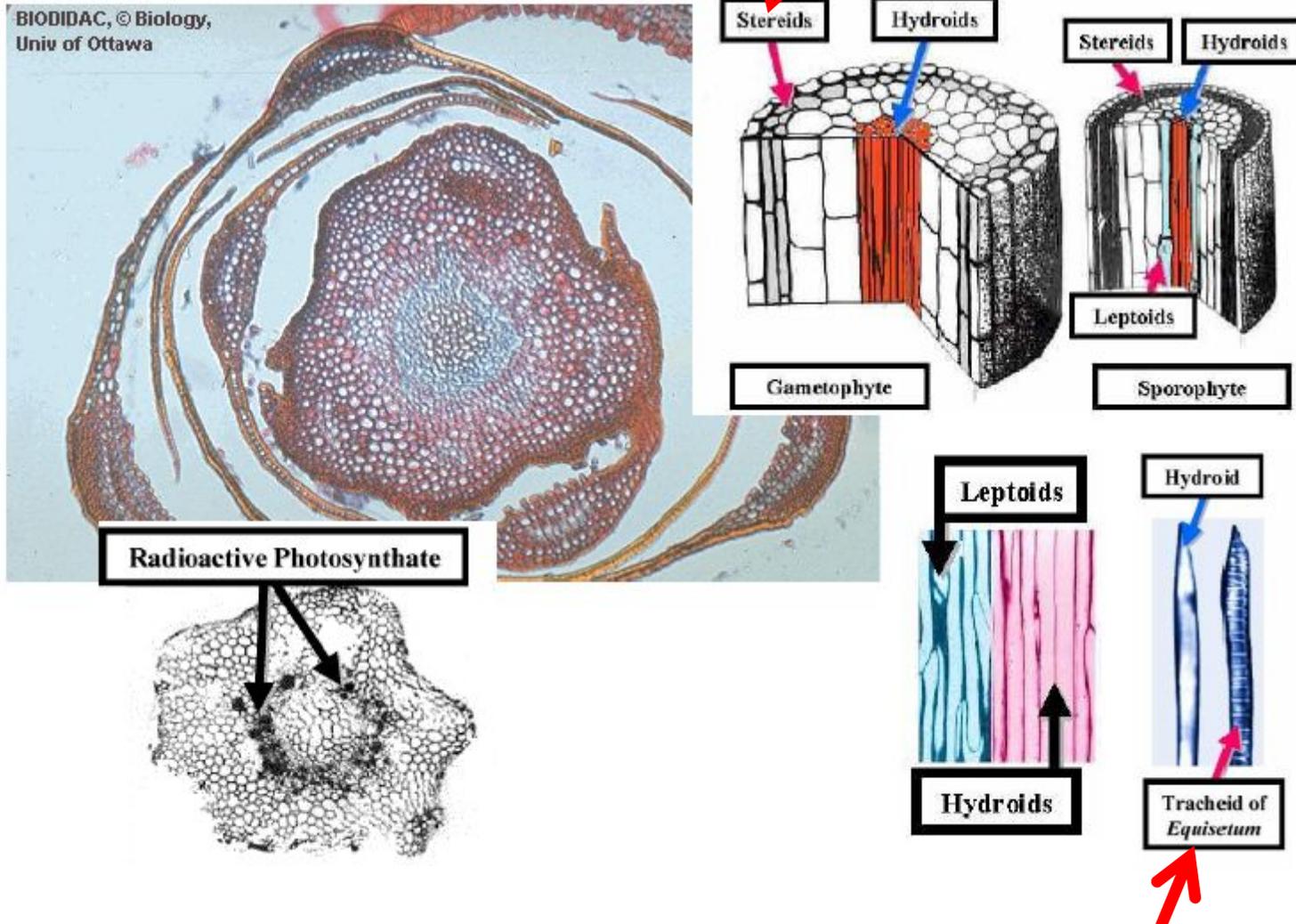
## Anatomie:

Présence de «tissus conducteurs» chez certaines espèces:

- Hydroïdes  $\approx$  xylème  
Eau+solution du sol
- Leptoïdes  $\approx$  phloème  
Distribution des produits de la photosynthèse



Stereide: cellule végétale dont la fonction est principalement le support mécanique.



NB: *Equisetum* est une Ptéridophyte donc une trachéophyte.

# III. Bryophyta ou Mousses

## **Anatomie:**

La cellule apicale joue un rôle organisateur.

A l'origine de toutes les cellules de la plante (tige, feuille)

# III. Bryophyta ou Mousses

## **Classification**

toujours discutée. 3 classes ou plus selon les auteurs:

- Sphagnopsida (sphaignes)
- Andraeopsida
- Bryopsida (Mousses)

# III. Bryophyta ou Mousses

**Classification:** Sphagnopsida (Sphaignes)

Groupe homogène (1 genre):

***Sphagnum*** (300 espèces)

Bryophytes de grande taille

sur tous les continents

Colonies sur sols marécageux

Sols siliceux et climat froid:

tourbières à sphaigne

# III. Bryophyta ou Mousses

**Classification: Sphagnopsida**  
(Sphaignes)

Appareil Reproducteur:

Anthéridies et Archégonies se développent à l'aisselle de certaines feuilles sur les ramifications de la tige.

# III. Bryophyta ou Mousses

Classification: **Andreopsida**

Petites mousses noirâtre

Vivent sur les rochers siliceux dans régions humides et froides, en montagne

Sporogone sans pédicelle

Capsule s'ouvre en 4 fentes longitudinales

Structure général du gamétophyte est la même que celle des bryopsida

### III. Bryophyta ou Mousses

Classification: **Bryopsida** (Vraies mousses)

La classe qui contient le plus d'espèces

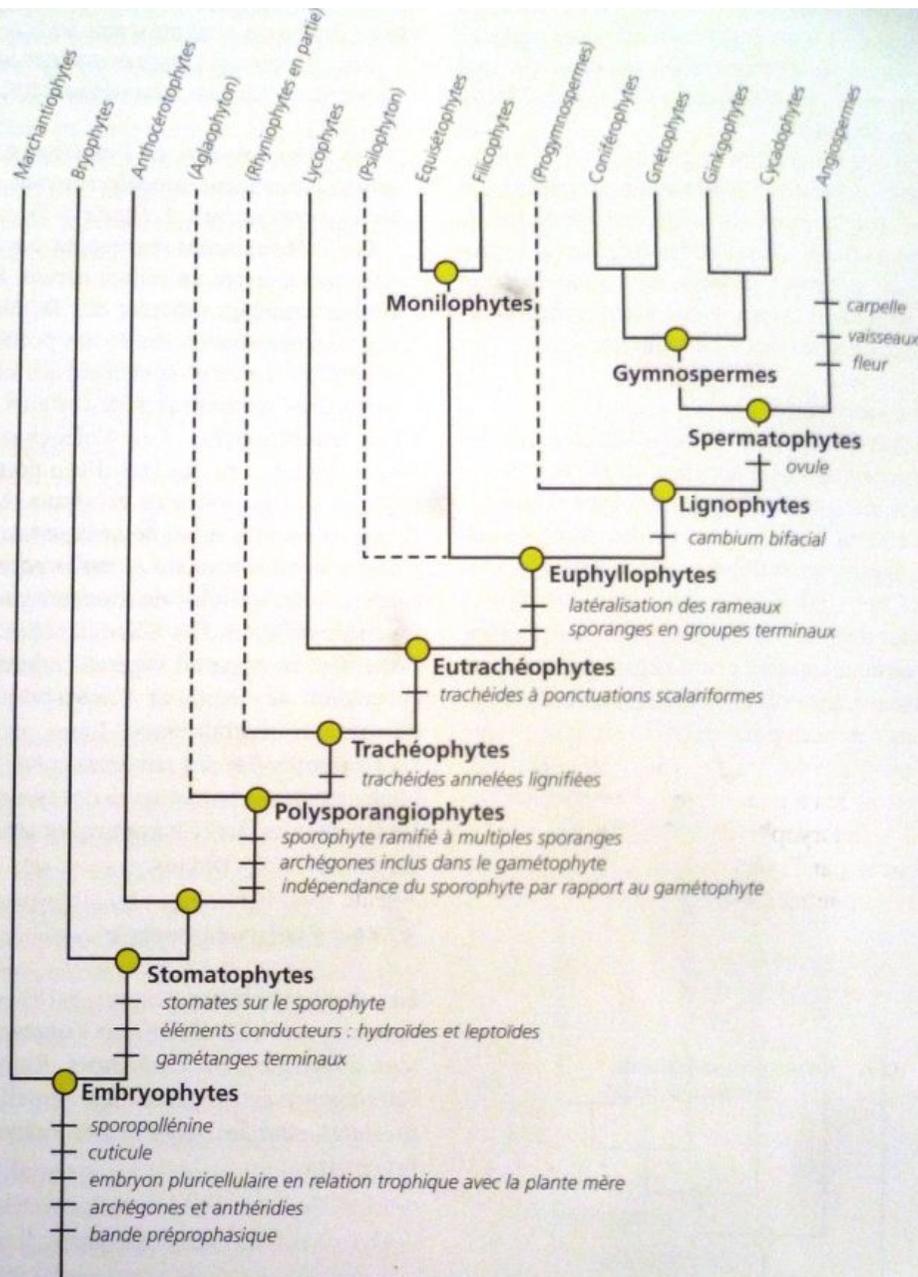
Gamétophyte: axe feuillée à symétrie axiale

présence d'Hydroïdes et de Leptoïdes

Sporophyte se développe sur le gamétophyte

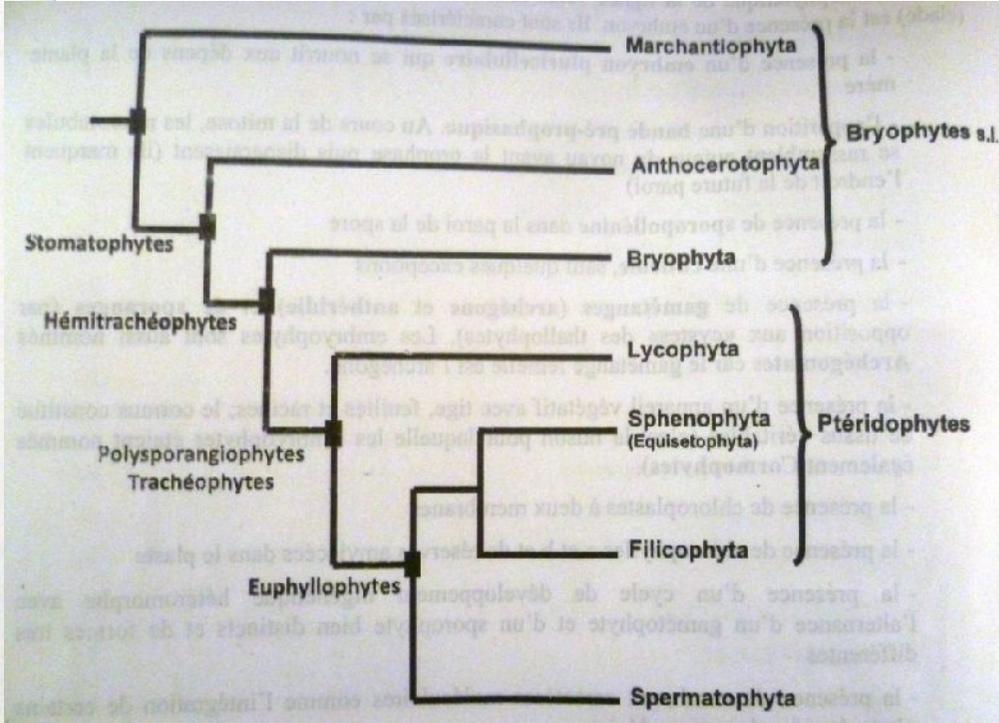
Sporophyte= Capsule et soie

Taxon	Marchantiophytes		Anthocerotophytes	Bryophytes
Sous-groupes et (noms vernaculaires)	Marchantiopsida (Hépatiques à thalle)	Jungermanniopsida (Hépatiques à lobes)	(Anthocérotes)	(Mousses vraies)
Nbre d'espèces	300	6800	150	>15000
Gamétophyte morphologie	Thalle	« tige » °+ lobes	Thalle	« tiges » + « feuilles » (pas un vrai cormus)
Rhizoïdes	Oui (unicellulaires)	Oui (unicellulaires)	Oui (unicellulaires)	Oui (pluricellulaires)
Sporophyte morphologie	sporogone	sporogone	sporogone	sporogone
Nbre de sporanges	unisporangie	unisporangie	unisporangie	unisporangie
Déhiscence sporange		4 fentes	longitudinale	Péristome (*)
Méristème apical sporophyte	-	-	-	Oui
Stomates	-	-	Oui (sporogone)	Oui (sporogone)
Xylème (trachéides) + Phloème	-	-	-	-
Hydroïdes + leptoides	-	-	-	Oui
Génération dominante	gamétophyte	gamétophyte	gamétophyte	gamétophyte
Caractéristiques du cycle	Sporophyte réduit parasite du gamétophyte, Zoïdogamie			



A gauche: Arbre phylogénétique des Embryophytes (Source: Meyer, 2013)

Classification toujours en discussion entre M-B-A, M-A-B ou encore A-M-B...



Ci-dessus: Arbre phylogénétique simplifié des Embryophytes (Source: Amirouche et al, 2010)

**Figure 8-18: arbre phylogénétique des Embryophytes**  
 L'étude de Qiu (2006) porte sur des gènes chloroplastiques, mitochondriaux et nucléaires, des caractères structuraux mitochondriaux (absence/présence d'introns) et des séquences d'ADN et d'acides aminés. Elle est aujourd'hui la plus complète. Les groupes fossiles sont en tirets. Les Anthocérotophytes sont proposés comme groupe frère des Polysporangiophytes ou des plantes vasculaires actuelles. La résolution des Spermatophytes fait ressortir aujourd'hui les Gymnospermes comme monophylétiques (d'après Burleigh, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1599-1613 ; Crane, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1683-1699 ; Palmer, 2004, *Am. J. Bot.*, 91 : 1437-1445 ; Qiu, 2006, *PNAS*, 103 : 15511-15516).

# UTILITE ET UTILISATION

- Bio-indicateur de pollution
- elles retiennent l'excès d'humidité du sol ou ralentissent l'évaporation
- elles participent à la formation lente mais constante d'humus et des sols sur les murs et les rochers
- elles abritent une infinité de petits animaux.

# UTILITE ET UTILISATION

Les Sphaignes forment des tourbières (plusieurs mètres de profondeur).

On utilise les tourbes pour :

- le chauffage,
- amélioration des sols des jardins,
- production de gaz combustible,
- emballage des plantes à racines fragiles,
- remplacement le coton hydrophile (1ere guerre mondiale).

# En Algérie:

- **1** *Atrichum undulatum*
- **2** *Barbula muralis*
- **3** *Brachythecium rutabulum*
- **4** *Bryum argenteum*
- **5** *Calliergonella cuspidata*
- **6** *Catharinea undulata*
- **7** *Ceratodon purpureus*
- **8** *Dicranum scoparium*
- **9** *Diplophyllum albicans*
- **10** *Frullania dilatata*
- **11** *Funaria hygrometrica*
- **12** *Grimmia apocarpa*
- **13** *Hylocomium proliferum*
- **14** *Hypnum cupressiforme*
- **15** *Hypnum cuspidatum*
- **16** *Hypnum purum*
- **17** *Hypnum rutabulum*
- **18** *Hypnum schreberi*
- **19** *Hypnum splendens*
- **20** *Hypnum triquetrum*

# En Algérie

- **21** *Jungermannia albicans*
  - **22** *Jungermannia heterophylla*
  - **23** *Leucobryum glaucum*
  - **24** *Lophocolea heterophylla*
  - **25** *Marchantia polymorpha*
  - **26** *Mnium hornum*
  - **27** *Mnium undulatum*
  - **28** *Pleurozium Schreberi*
  - **29** *Polytrichum attenuatum*
  - **30** *Pseudoscleropodium purum*
  - **31** *Rhytidiadelphus triquetrus*
  - **32** *Sphagnum palustre*
  - **33** *Stereodon cupressiformis*
  - **34** *Thuidium tamariscinum*
  - **35** *Tortula muralis*
- etc...