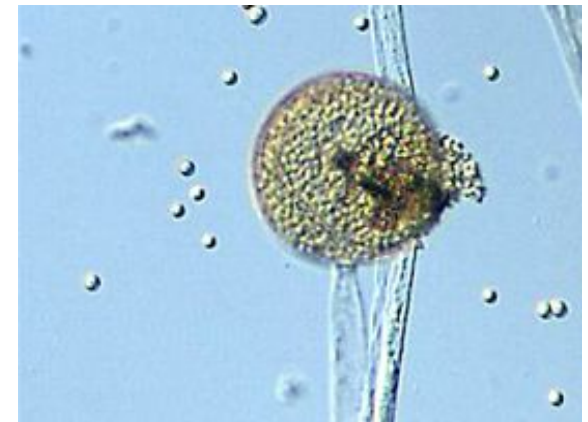
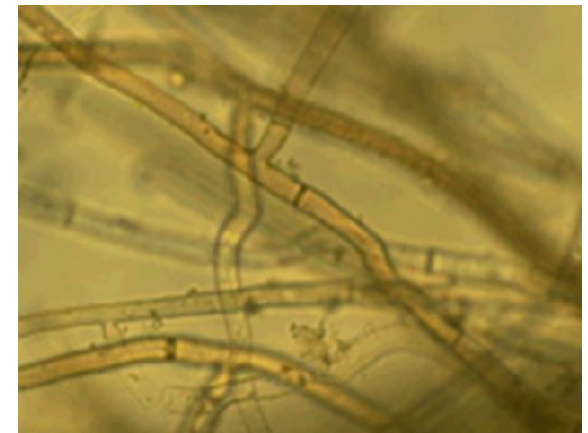
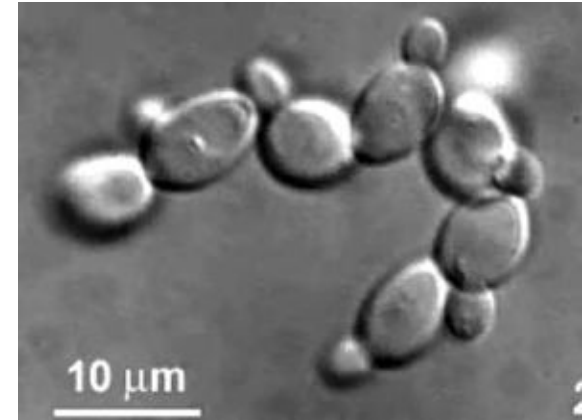


Les FUNGI, MYCOPHYTES? MYCETES ou Champignons?



Plan du chapitre

- Introduction
- Définition du règne fongique
- Modes de vie
- Organisation de l'appareil végétatif
- Organisation de l'appareil reproducteur
- Classification
- Rôles et effets: Intérêts & Inconvénients

Introduction

- Historique:
- Linné (1707-1778) et son ouvrage *Species plantarum* (1753).
- « mycologie »: science qui étudie les champignons (Paulet, 1795) .
- Code international de nomenclature botanique (CINB), créé à Vienne en 1905, toujours utilisé
- La Mycologie évolue
- Les listes et classifications sont donc régulièrement mises à jour.

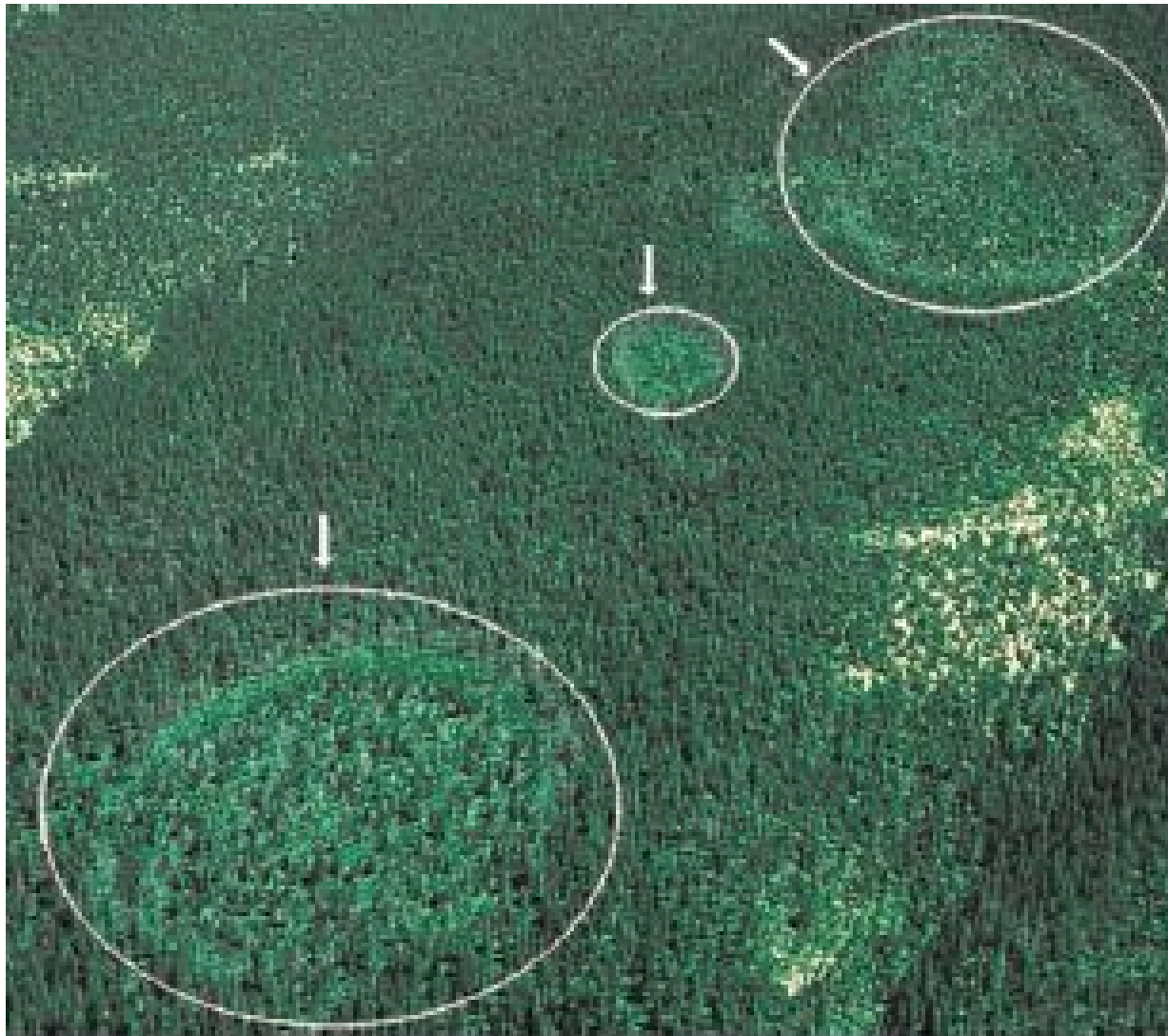
Introduction

- 1,5 millions d'espèces estimées
- 100 000 espèces connues.
- Plus gros organismes terrestres: certains occupent 15 ha et pèsent 100 tonnes.
- Origine aquatique
- 1 milliard d'années, apparition des FUNGI
- groupe proche des animaux

► **Figure 31.9** Des hyphes et des spores d'Eumycètes fossilisés datant de l'Ordovicien, il y a quelque 460 millions d'années (MP).



50 µm
(180 ×)



a.



b.



c.

Source: RAVEN, 2017.Biologie

Définition du règne fongique

Les champignons étaient considérés comme:

- des végétaux inférieurs (thallophytes)
- ne produisant pas de fleurs (cryptogames)

Car ils sont:

- Immobiles
- Et possèdent une paroi cellulaire épaissie

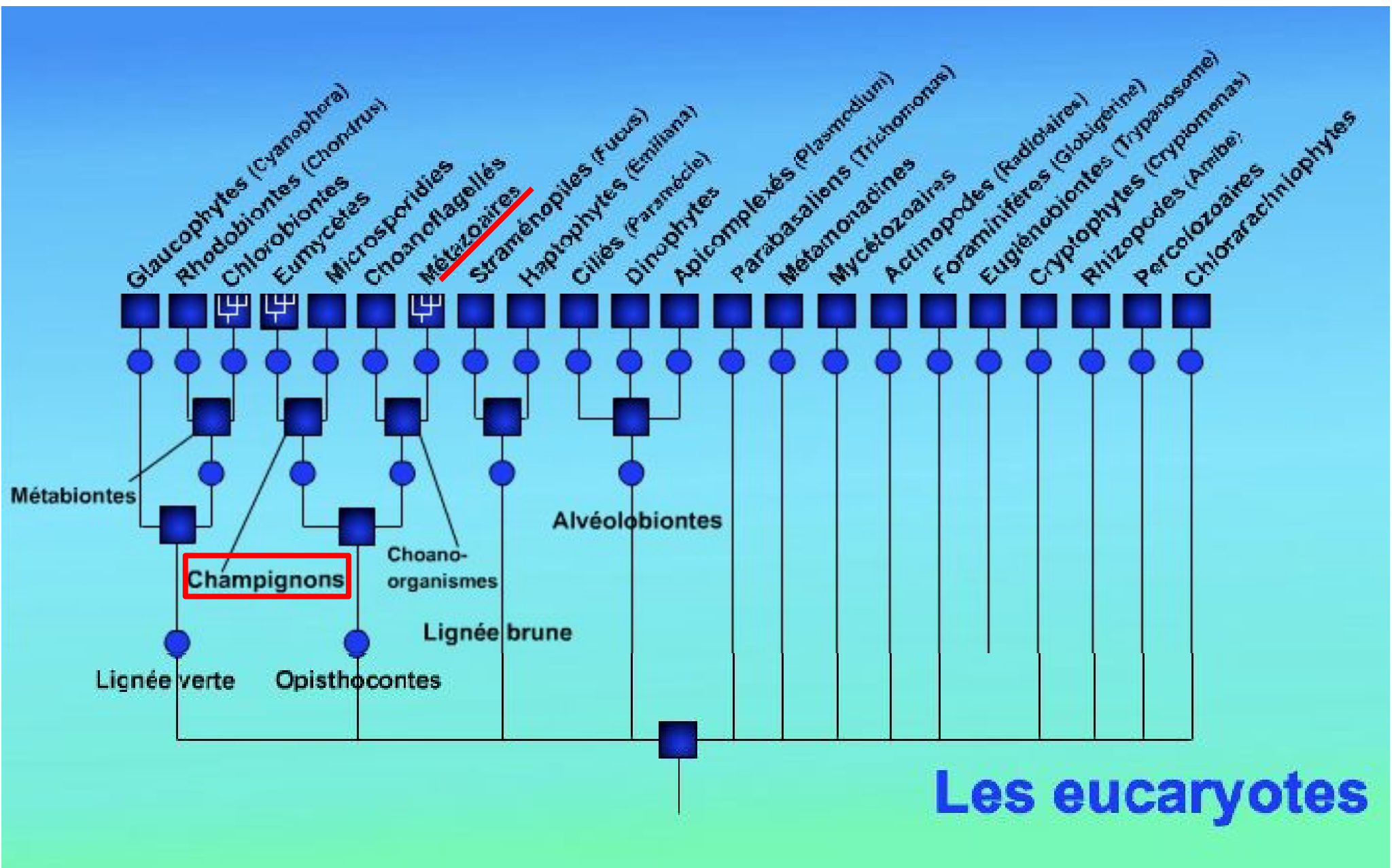
Mais.....

Définition du règne fongique

ils sont différents des autres végétaux (plantes et algues), car :

- Ils sont **hétérotrophes** vis-à-vis du carbone
- Leur paroi cellulaire est **chitineuse** (comme celle des arthropodes (Insectes et crustacés)).

Dans les nouvelles classifications, on les rapproche plus des métazoaires que des végétaux car ces 2 groupes auraient un ancêtre commun.



Définition du règne fongique

Les champignons constituent aujourd'hui un règne du vivant séparé de celui des plantes: le règne des FUNGI. Mais on continue de leur appliquer la nomenclature botanique:

Rang du Taxon (voir exemple TP n° 1)

Embranchement	Mycota
Sous-embranchement	Mycotina
Classe	-mycetes
Ordre	-ale
Famille	-aceae
Sous-famille	-oideae

Définition du règne fongique

On a placé dans ce règne:

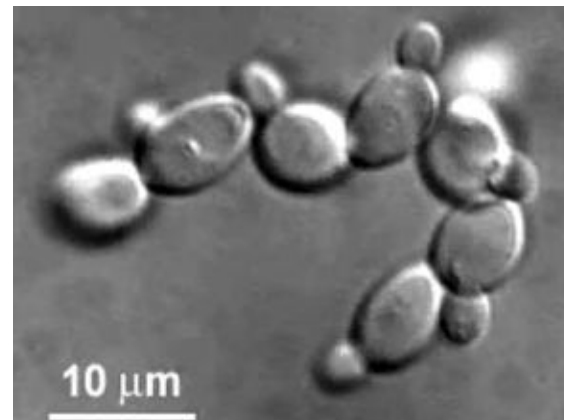
1- des eucaryotes pluricellulaires

ex: les moisissures (molds)

les champignons (mushrooms)

2- et des eucaryotes unicellulaires

ex: les levures (yeasts)





2 hypothèses pour l'origine des Mycètes

- 1ère hypothèse :
algues ayant perdu leur plastides et leur pigments.
- **2ème hypothèse :**
cellules eucaryotes unicellulaires
(protistes) ayant évolué séparément des
végétaux.

C'est la 2^e hypothèse qui se confirme de plus en plus.

Modes de vie

Saprophytes: Ils décomposent la matière morte. retour à l'état minéral. Formation de l'humus

Parasites: vivent au détriment d'organismes vivants. Ils rendent malades ou tuent l'organisme sur lequel ils vivent et provoquent des mycoses (animaux, végétaux).

Symbiotiques: en s'associant avec un organisme chlorophyllien.

Champignon+ algues \longrightarrow Lichen

Champignon+ Angiospermes \longrightarrow Mycorhize

Modes de vie

Il sont **hétérotrophes** pour le **carbone**:

Pour se nourrir, ils libèrent des enzymes dans le milieu qui vont décomposer les grosses molécules organiques sucres simples pour les absorber à travers la paroi:

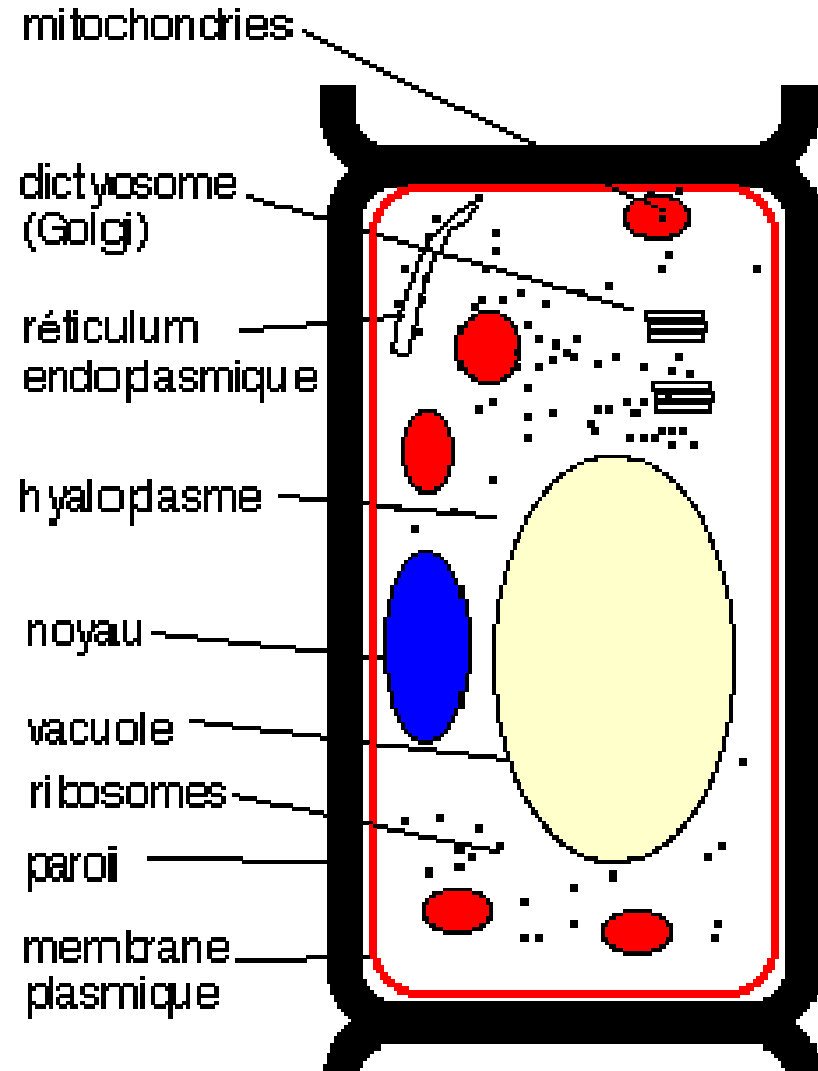
Ils sont dits **ABSORBOTROPHES**.

Certains sont autotrophes pour **l'azote**.

Organisation de l'appareil végétatif

LA CELLULE:

- Paroi : composée de chitine (ou parfois de cellulose, cas des Oomycètes mais qu'on ne classe plus dans les FUNGI).
- noyau : 1 de petite taille (parfois 2: dicaryon)



Organisation de l'appareil végétatif

LA CELLULE:

- vacuole centrale,
- cytoplasme en périphérie
- réserves : de nature diverse mais souvent:
glycogène
- inclusions lipidiques dans le cytoplasme

Organisation de l'appareil végétatif

LE THALLE:

Appareil végétatif constitué d'une cellule ou par un ensemble de cellules formant un tissu peu ou pas différencié, non vascularisé.

1- Unicellulaire ex: Levure

2- pluricellulaire:

les cellules forment des filaments.

L'ensemble forme le mycélium.

Organisation de l'appareil végétatif

LE THALLE

Pluricellulaire filamenteux:

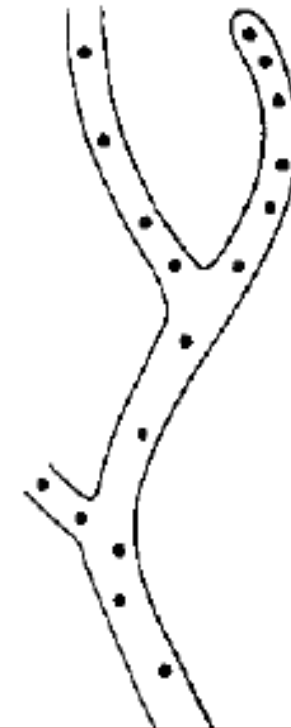
Filaments ramifiés:

HYPHES

l'ensemble des hyphes=
MYCELIUM

Hyphes non cloisonnés ou
siphonnés

Filaments non cloisonnés



Siphon (ou Coenocyte)

Organisation de l'appareil végétatif

LE THALLE

Pluricellulaire filamenteux:

filaments ramifiés:

HYPHES

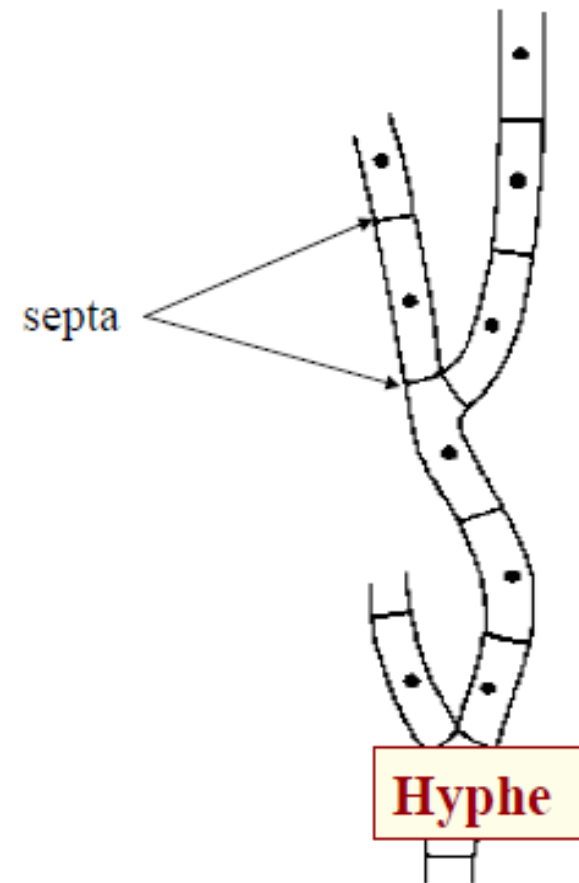
l'ensemble des hyphes=

MYCELIUM

Hyphes cloisonnés ou

septés

Filaments cloisonnés



Organisation de l'appareil végétatif

Filaments siphonnés: siphomycètes

- **Champignons inférieurs:**
- Chytridiomycètes, **Oomycètes**, Zygomycètes

Filaments septés: Septomycètes:

Champignons supérieurs

- Ascomycètes et Basidiomycètes

Le type de filament (siphonné ou septé) était utilisé dans les anciennes classifications.

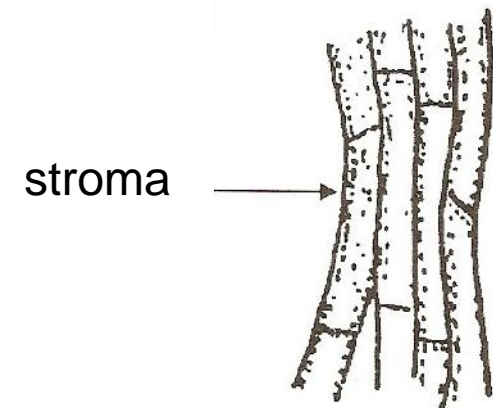
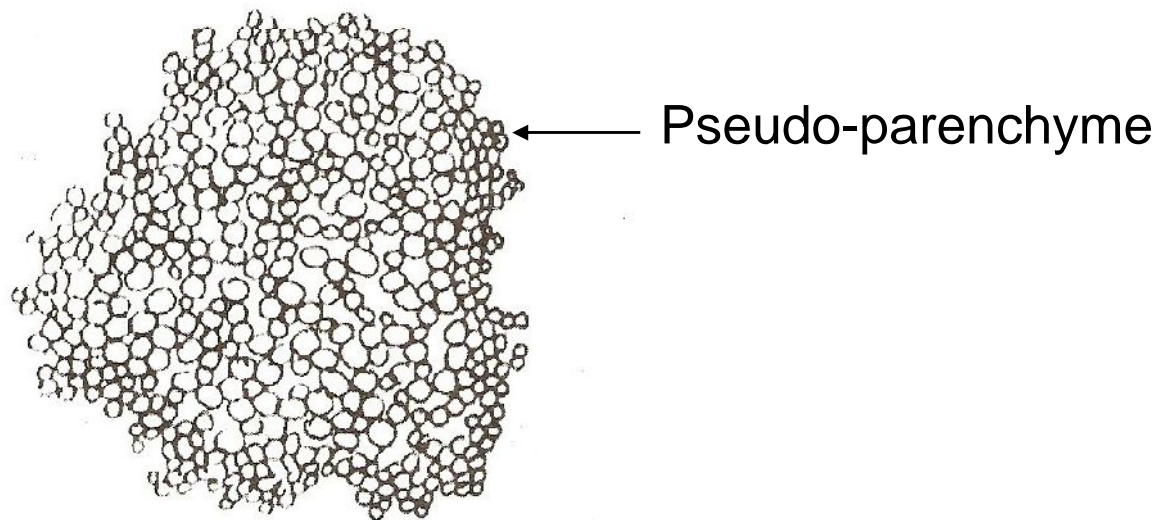
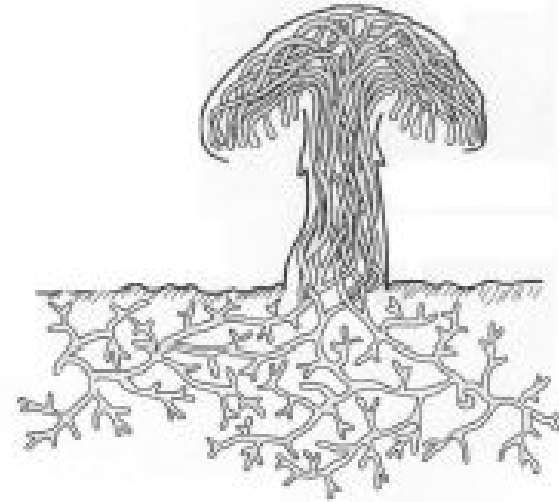
C'est pour cette raison qu'on retrouve là, les oomycètes.

Organisation de l'appareil végétatif

Les filaments peuvent s'associer entre eux = pseudo-tissus:

Pseudo-parenchyme
ou **Plectenchyme**

Quand les filaments sont collés = stroma



Organisation de l'appareil reproducteur

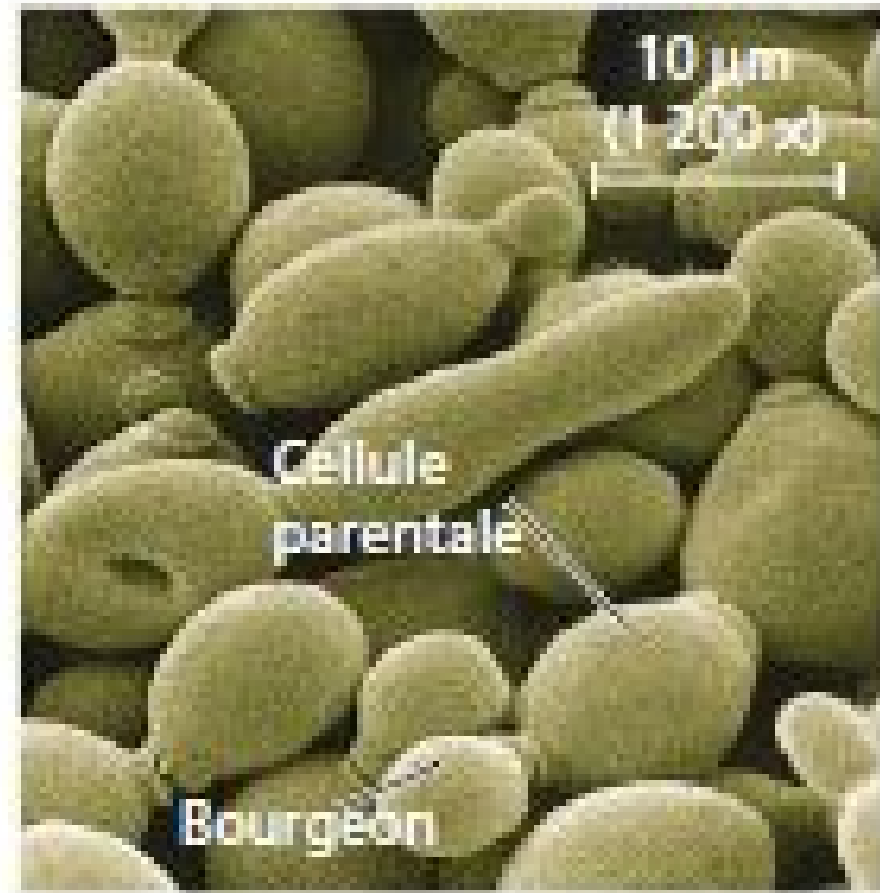
Sur ces tissus: il y a développement des structures de reproduction sexuée ou asexuée.

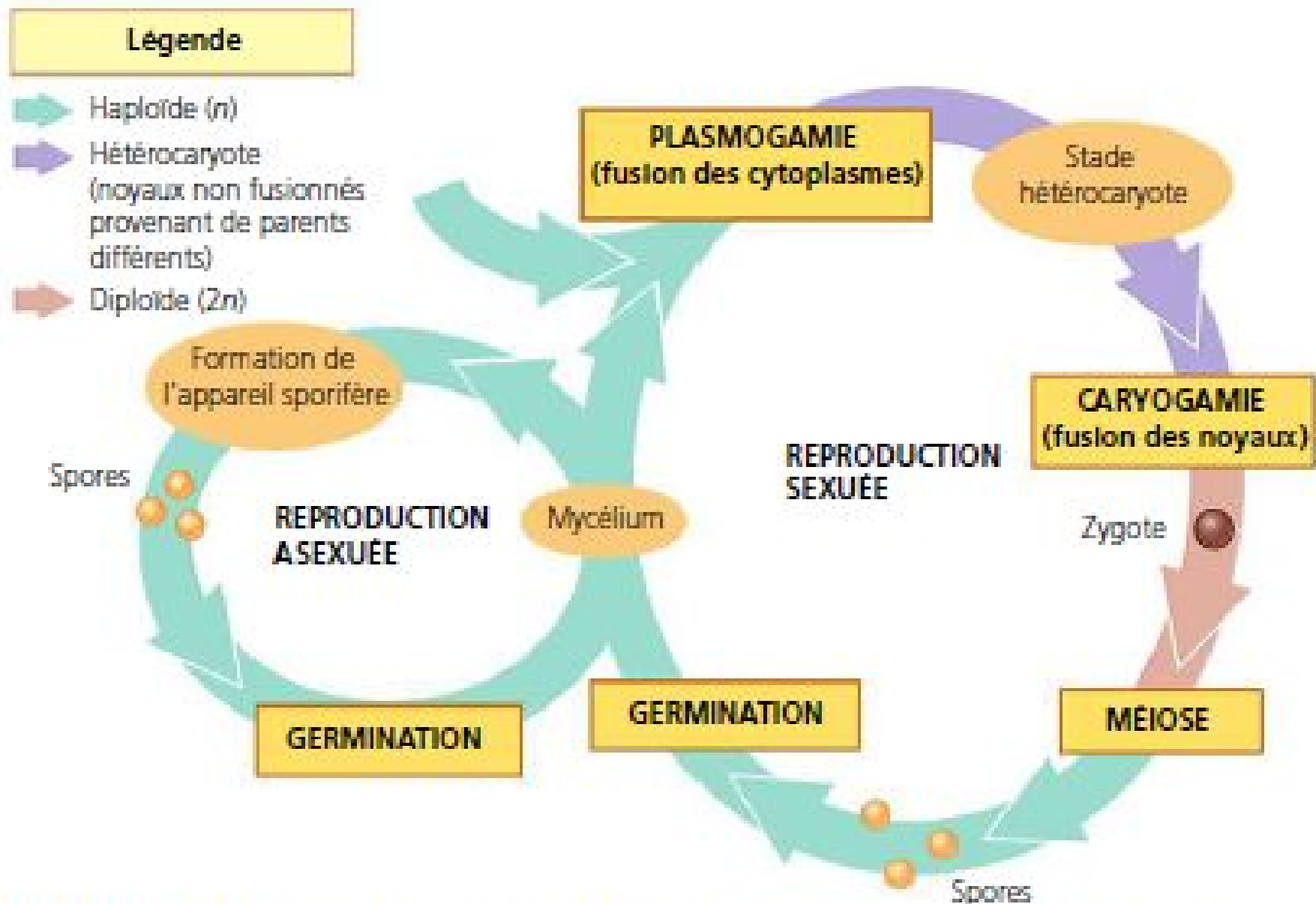
La multiplication des champignons peut-être **asexuée** ou **sexuée** ou les **deux** à la fois.



▲ **Figure 31.6** *Penicillium*, une moisissure qui croît souvent, en tant que décomposeur, sur les aliments. Les agrégats de petits corps sphériques apparaissant sur le cliché en médaillon sont des structures associées à la reproduction asexuée, appelées conidies (MEB).

► **Figure 31.7** La levure *Saccharomyces cerevisiae*, à différents stades de bourgeonnement (MEB).





▲ **Figure 31.5** Le cycle de développement type des Eumycètes. Tous les Eumycètes ne se reproduisent pas nécessairement au moyen des deux modes de reproduction, sexué et asexué. Certains se multiplient uniquement de manière asexuée; d'autres, uniquement de manière sexué.

Classification

- En '90, on classait les champignons en 2 divisions :
- **Myxomycota**
- **Eumycota**

Table 2.2 Important groups of fungi

Features that may be shared by several groups	Group	Kingdom
Trophic phase ^a lacking cell walls. Able to ingest particulate food. The slime moulds	1. Cellular slime moulds. Amoebae aggregate to form a 'slug' which gives rise to a fruit body. Example: <i>Dictyostelium</i>	Protozoa
	2. Plasmodial slime moulds (Myxomycetes). Amoeboid phase followed by a multinucleate plasmodial phase. Example: <i>Physarum</i>	
	3. Oomycetes. Zoospores biflagellate ^b , sexually produced spores are oospores. Walls contain cellulose. Example: <i>Saprolegnia</i>	Chromista
Trophic phase with cell walls; nutrition exclusively absorptive. The fungi (in the informal sense)	4. Chytridiomycetes. Zoospores uniflagellate ^c . Sexual process may involve fusion of motile gametes, walls contain chitin. Example: <i>Allomyces</i>	Fungi
	5. Zygomycetes. Sexually produced spores are zygospores. Example: <i>Mucor</i>	
	6. Ascomycetes. Sexually produced spores are ascospores. Example: <i>Pyrenopeziza</i>	
	7. Basidiomycetes (mushrooms, toadstools, rusts and smuts). Sexually produced spores are basidiospores. Example: <i>Agaricus</i>	
	8. Mitosporic fungi. No sexually produced spores. Example: <i>Penicillium</i>	

Ce dernier groupe n'est pas encore reconnu par tous les mycologues.

^a The phase concerned with nutrition and growth.

^b Having two flagella.

^c Having a single flagellum.

- **Myxomycota**

- **Eumycota**

 - Mastigomycotina

 - (Chytridiomycètes, **Oomycètes**)

 - Deuteromycotina

 - Zygomycotina

 - Ascomycotina

 - Basidiomycotina.

Myxomycota

**Classés actuellement avec les protistes
(mycétozoaires)**

phagotrophe,

présentant des plasmodes

la plupart sont saprophytes

cellules reproductrices mobiles

OOMYCOTA

Classés actuellement avec les straménopiles

Une seule classe: les **Oomycètes**

Hyphes **siphonnés**

Paroi **cellulosique**

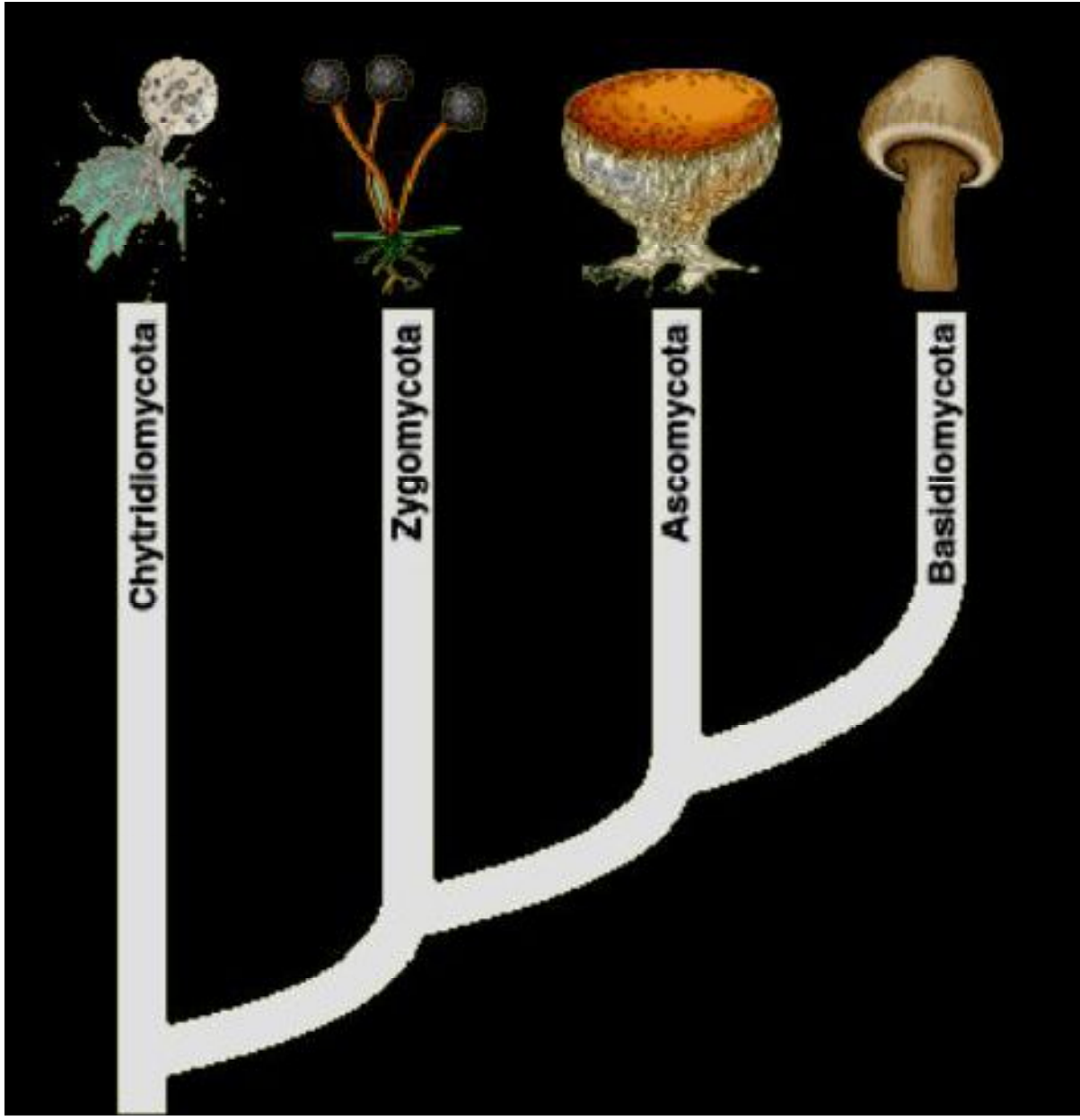
Multiplication asexuée: **Zoospores biflagellés**

Multiplication sexuée

Plusieurs espèces sont des **pathogènes** des plantes

- Seuls les « Eumycota » constituent maintenant le règne des Champignons avec 5 divisions
 1. **Chytridiomycota (1000 sp)**
 2. **Zygomycota (1000 sp)**
 3. **Glomeromycota (150 sp)**
 4. **Ascomycota (65.000 sp)**
 5. **Basidiomycota ((30.000 sp)**

*. **Deuteromycota**



Phylogénie des Fungi

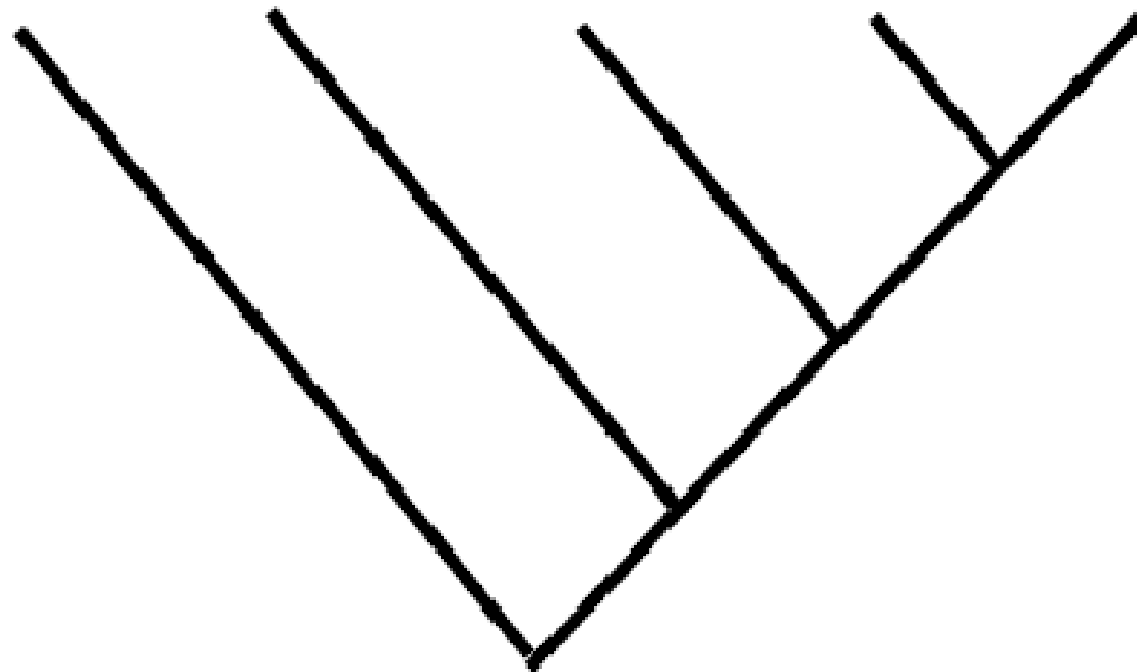
Chytri-
diomy-
cètes

**Zygo-
mycètes**

**Gloméro-
mycètes**

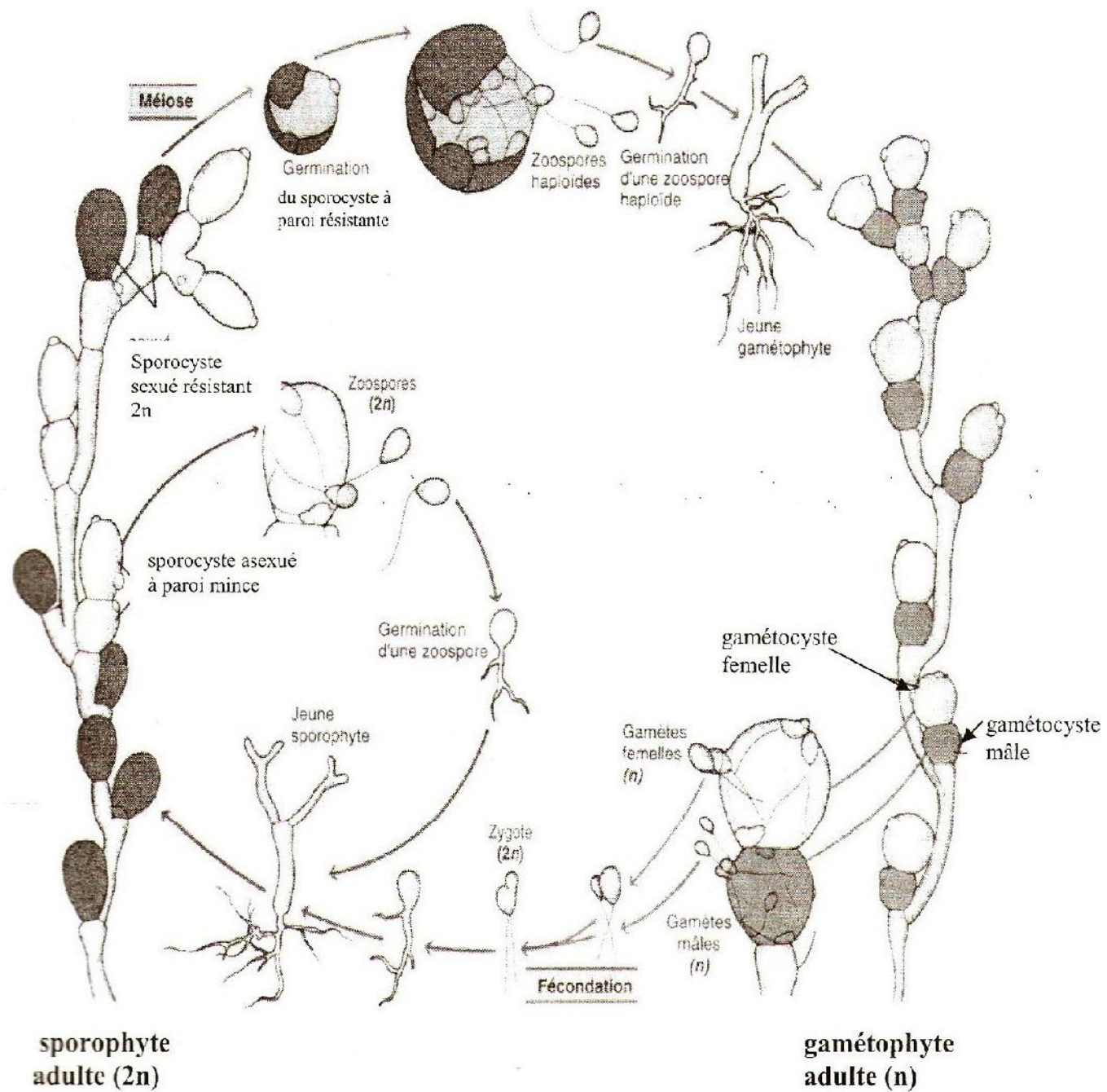
**Asco-
mycètes**

**Basidio-
mycètes**



Chytridiomycota

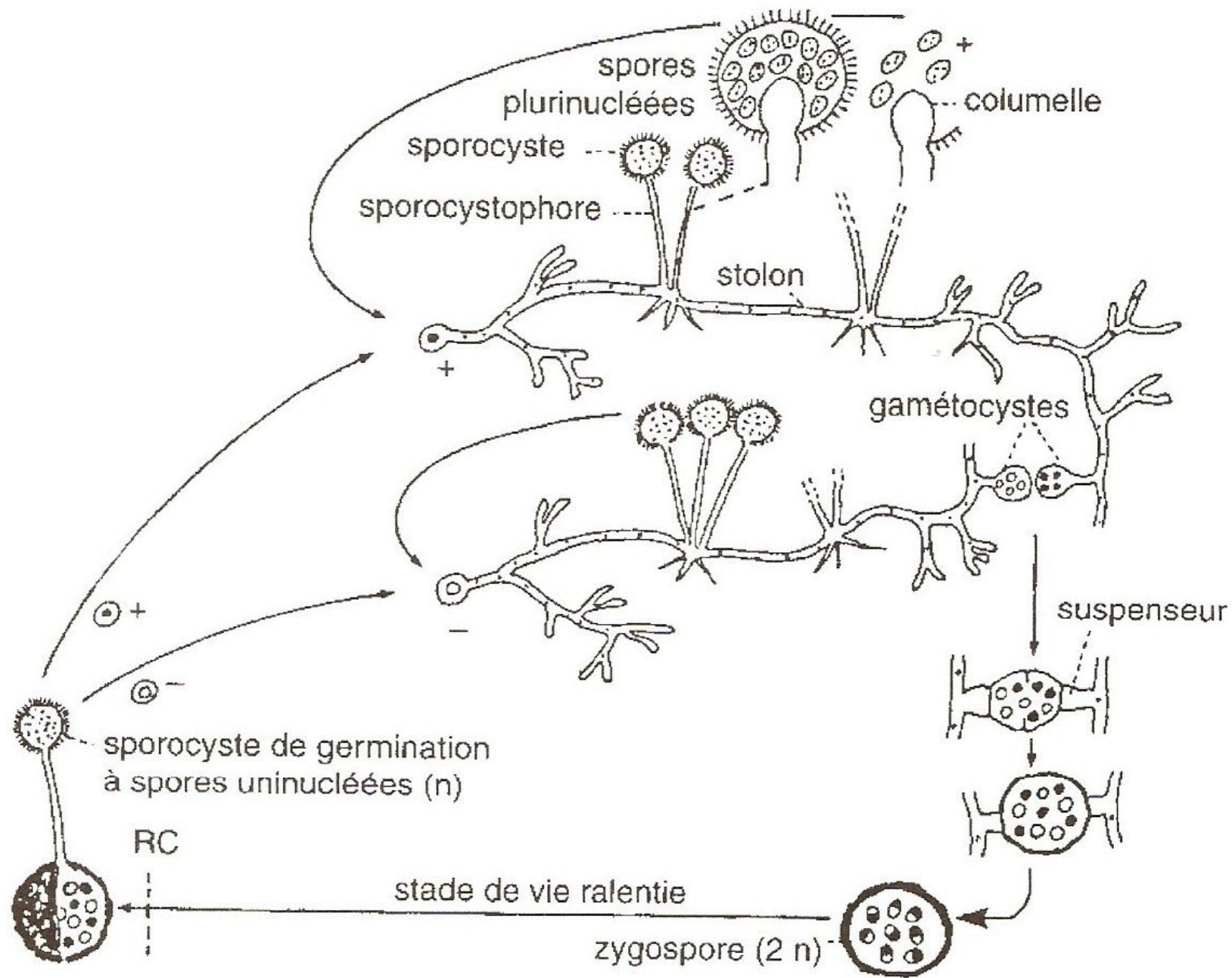
- Très primitifs
- Espèces aquatiques d'eau douce (majorité)
- **Saprophytes** ou **parasites**
- spores à 1 flagelle (zoospore)
- ancêtres des zygo-, asco- et basidiomycota



. Cycle de développement de *Allomyces arbusculus* - Chytridiomycota

Zygomycota

- Champignons **microscopiques**
- Spores **non flagellés**
- Thalles **siphonnés**
- Reproduction sexuée
- moisissures, symbiose, parasites d'insectes



. Cycle de développement de *Rhizopus nigricans* -
Zygomycota - Zygomycètes

Glomeromycota

150 espèces connues, 4 ordres
étaient classés avec les zygomycota

Champignons **mycorhiziens**
obligatoires

hyphes **non cloisonnés**

reproduction sexuée inconnue

ATTENTION! Les glomeromycota ne sont pas verts. Il ne contiennent pas de chlorophylle.

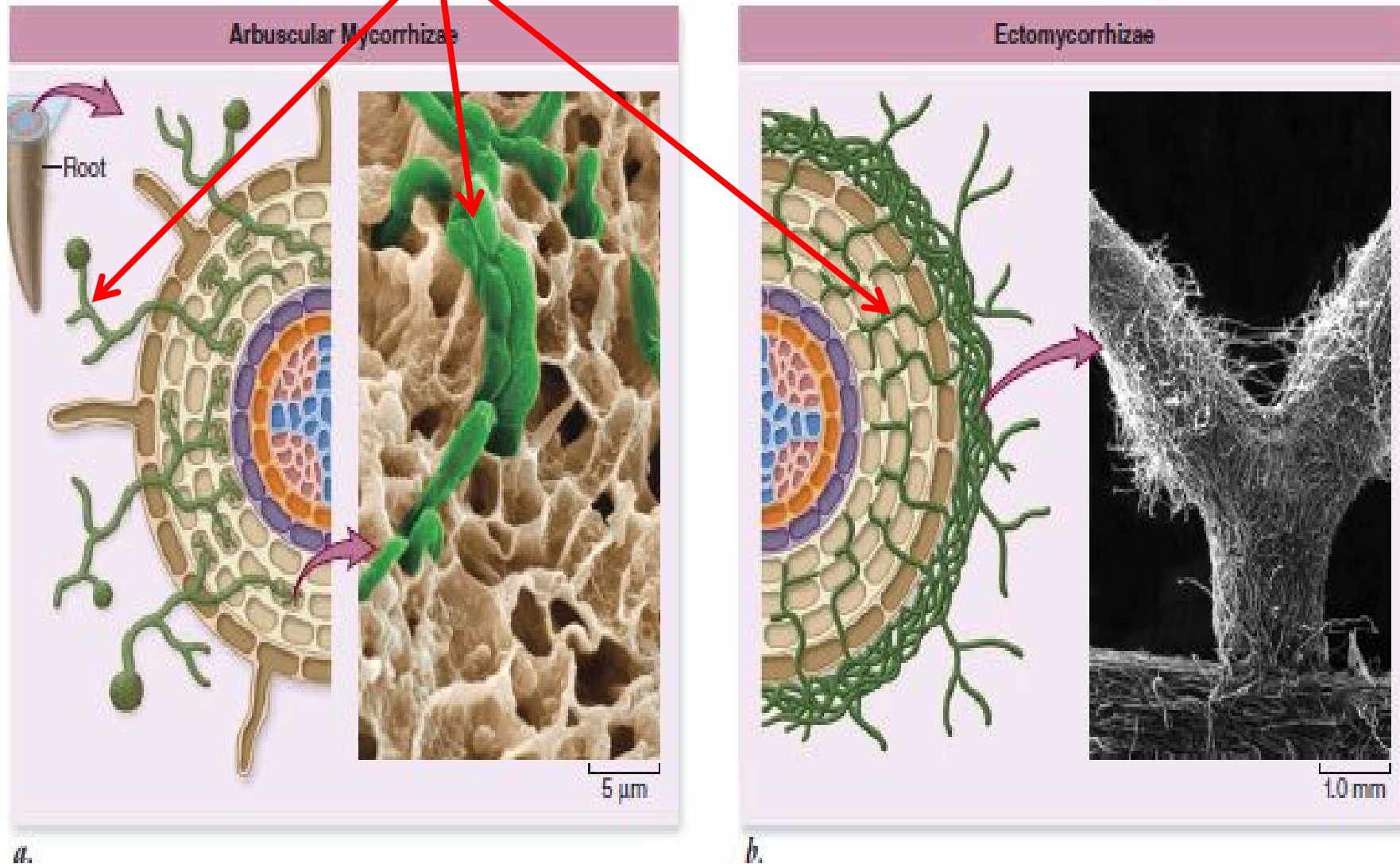


Figure 32.17 Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae. *a. In arbuscular mycorrhizae, fungal hyphae penetrate the root cell wall of plants but not the plant membranes.* *b. Ectomycorrhizae on the roots of a Eucalyptus tree do not penetrate root cells, but grow around and extend between the cells.* (Source: RAVEN. BIOLOGIE, 2017)

Ascomycota

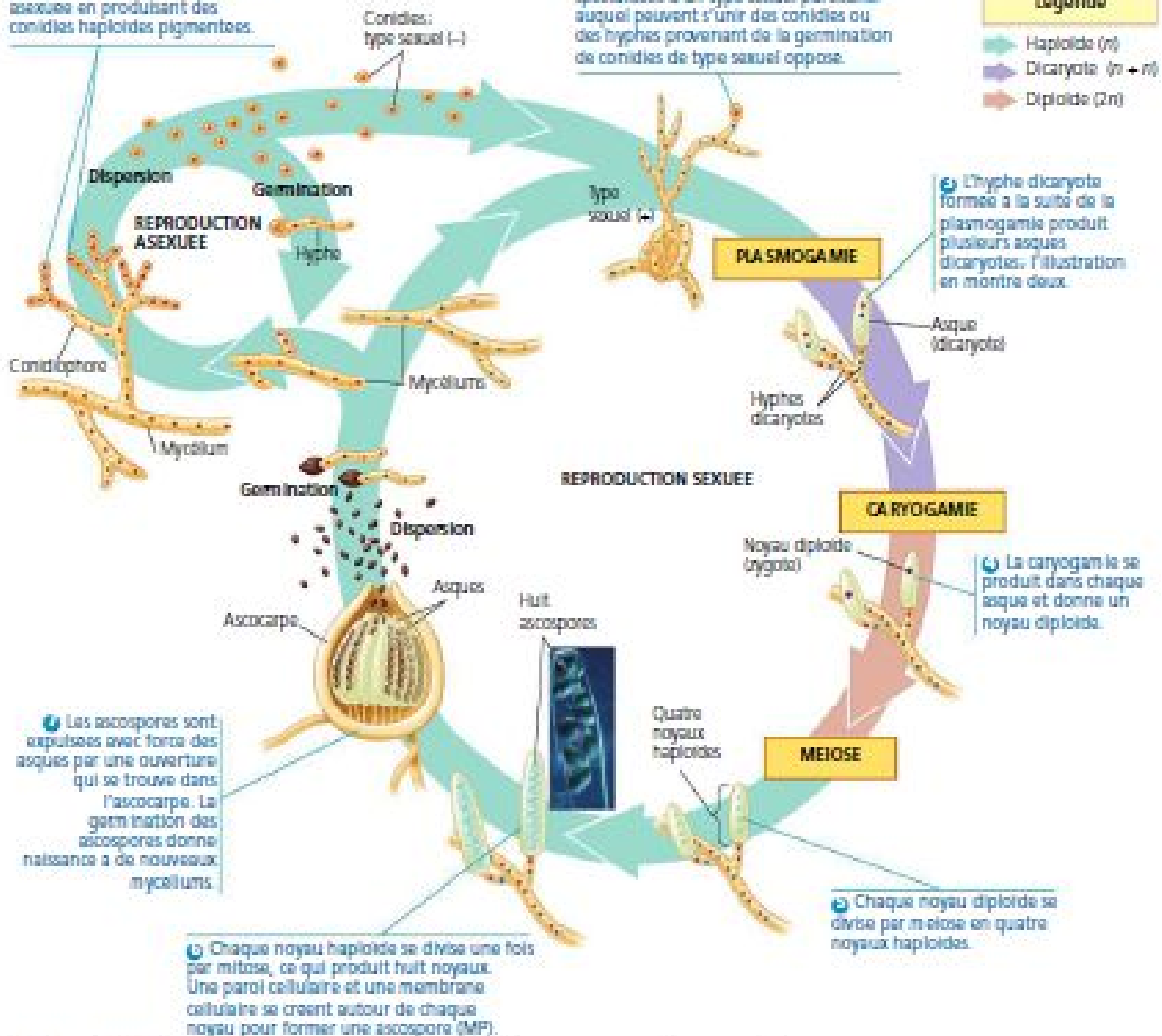
- Le plus important en nombre d'espèces (65.000 connues)
- Apparus il y a 500 millions d'années.
- Thalle septé, mais ce groupe contient des levures: retour secondaire à l'unicellularité? Tendance à cloisonner?
- cellule reproductrice sans flagelle.
- Reproduction **asexuée dominante** (conidie)
- Reproduction sexuée dans des asques: ascospores

Les mycéliums des Ascomycètes peuvent se reproduire de manière asexuée en produisant des conidies haploïdes pigmentées.

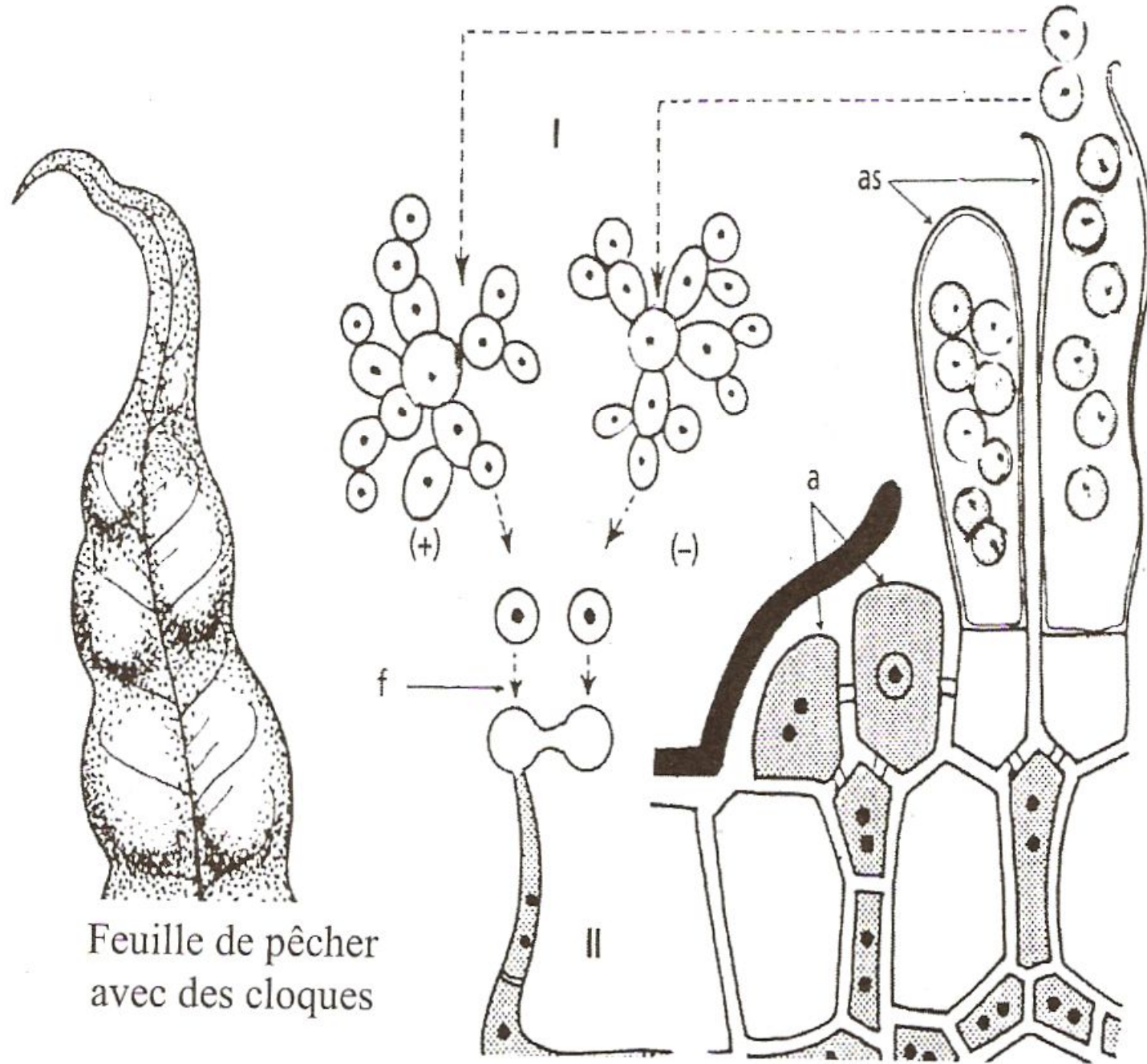
Neurospora peut aussi se reproduire par voie sexuée en produisant des hyphes spécialisées d'un type sexuel particulier auquel peuvent s'unir des conidies ou des hyphes provenant de la germination de conidies de type sexuel opposé.

Légende

- Haploïde (n)
- Dicaryote ($n + n$)
- Diploïde ($2n$)



▲ **Figure 31.17** Le cycle de développement de l'Ascomycète *Neurospora crassa*. *Neurospora* est une moisissure du pain et un organisme utilisé dans la recherche, qui croît aussi dans la nature, sur la végétation calcinée.



Feuille de pêcher
avec des cloques

Cycle de développement de *Taphrina deformans*.

Taphrinomycotina-Ascomycota

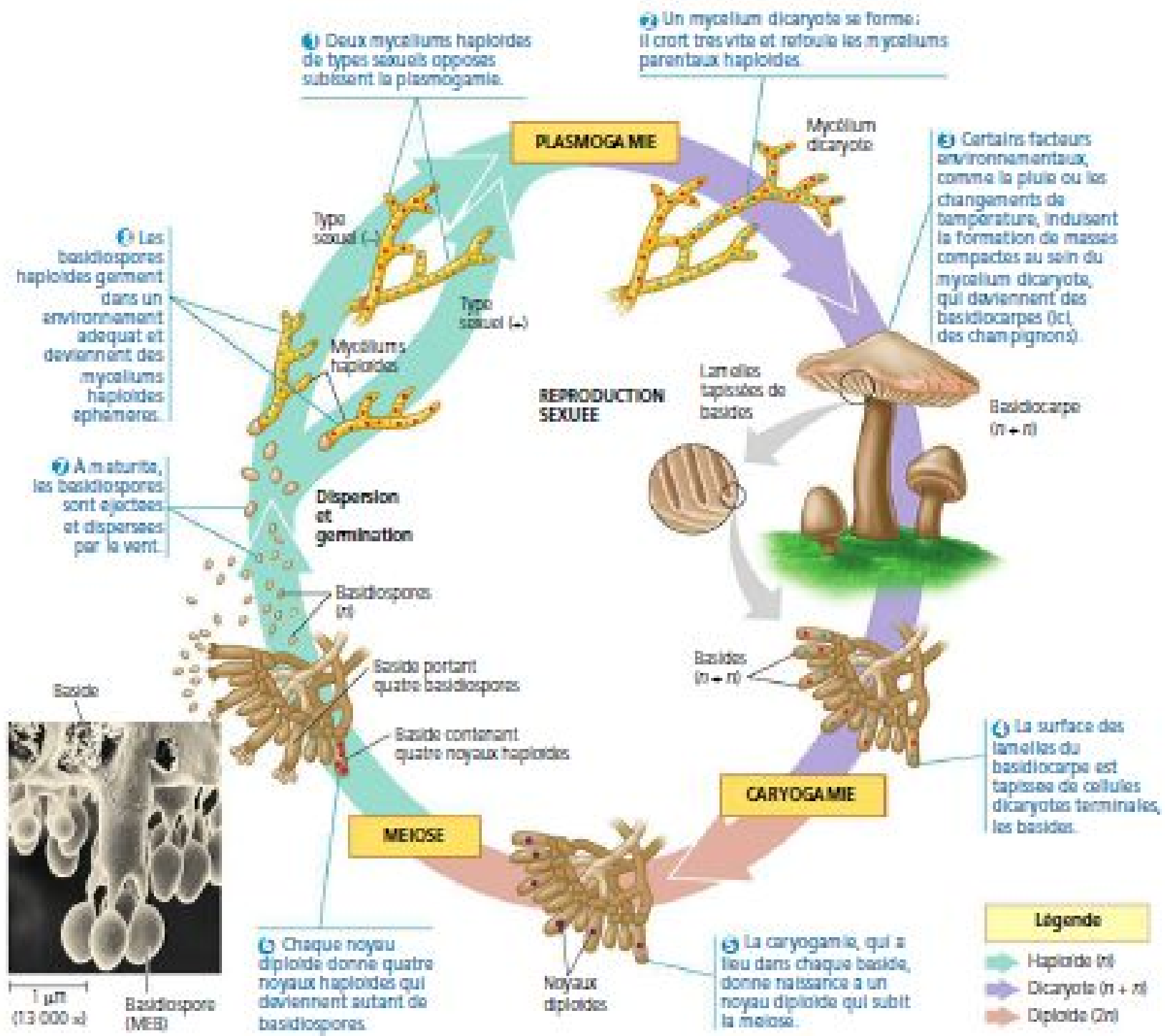
I. thalles primaires haploïdes et hétérothalliques (+ et -). II, thalle secondaire à dicaryons a: jeune asque en formation, as : asque renfermant les ascospores, f : fécondation.

Basidiomycota

.

Spore sexuée: basidiospore

Spore asexuée: conidie



▲ Figure 31.19 Le cycle de développement des Basidiomycètes formant des champignons.

Deuteromycota

Autrefois: champignons **imparfaits**

Associés aux **Ascomycota**

Groupe **artificiel** regroupant les champignons dont la reproduction sexuée est inconnue.

classification selon le **thalle** et les **organes asexués**.

Rôles & effets: Intérêts

- Destructeurs de la matière organique: fertilité des sols
- Fermentation: Pain, fromage, vin, ...
- Producteurs d'antibiotiques. Ex: *Penicillium* (Fleming, 1928: pénicilline), protéines, etc.
- Les enzymes sont utilisés dans l'industrie: dégradation des déchets
- Espèce modèle en recherche. Ex: *Neurospora*

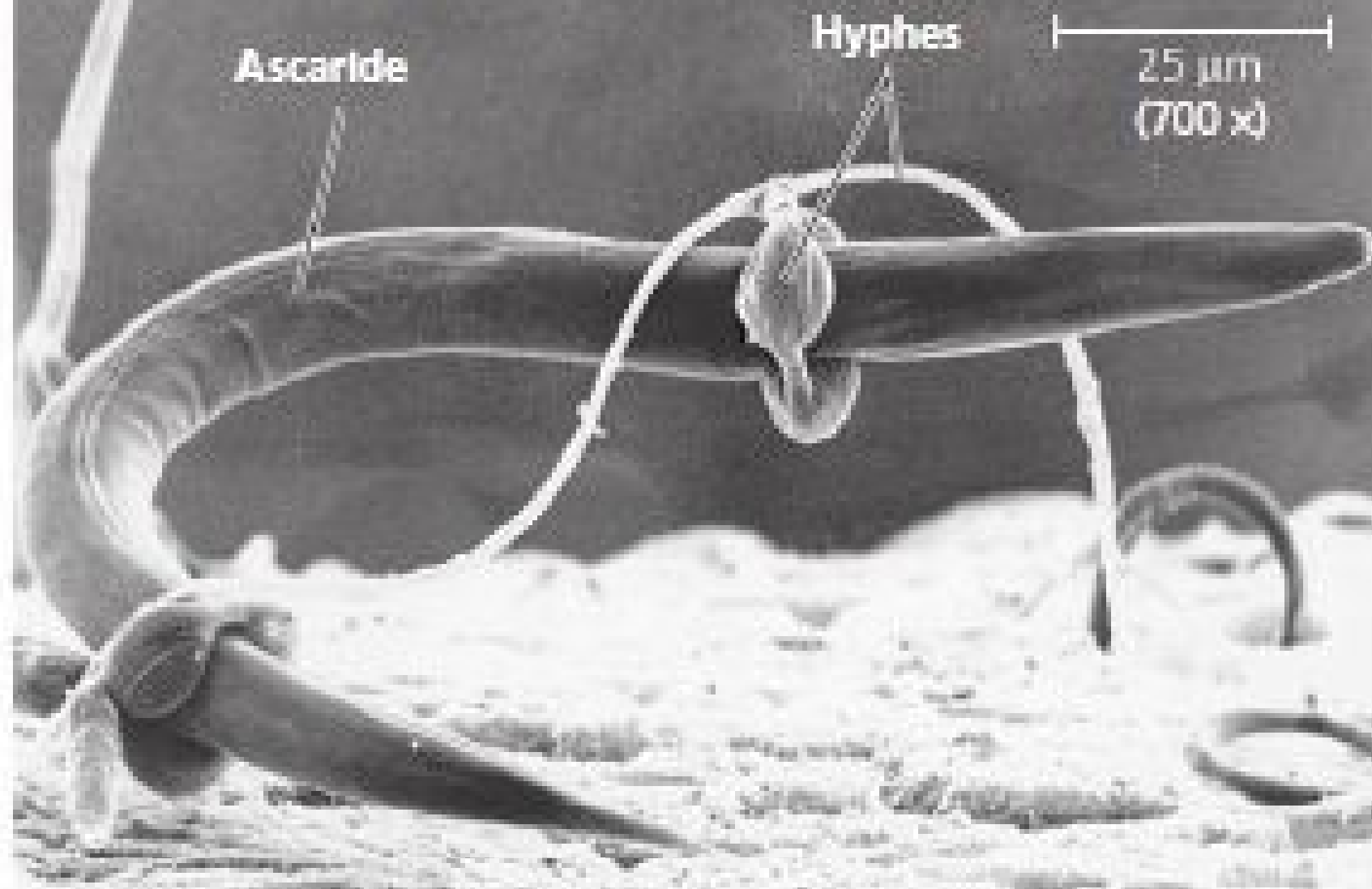
Rôles & effets: Inconvénients

Détérioration:

- Appareils optiques
- Glace
- Verre
- Peintures
- Livres...

Mycoses

Production de toxine: aflatoxine d'*Aspergillus*



(a) Hyphes adaptées à la prédation. Chez *Arthrobotrys dactyloides*, un eumycète vivant dans le sol, des segments d'hyphes forment des boucles qui gonflent et se resserrent en moins d'une seconde autour d'un ascaride (un ver du groupe des Nématodes). Avec ses hyphes, l'eumycète s'introduit alors dans sa proie, dont il digère les tissus internes, se procurant ainsi l'azote nécessaire à ses besoins (MEB).

MEDECINE

- **Anti-inflammatoires**
- **Anti-oxydants**
- **Neuro-protecteurs**
- **Anti-diabétiques**
- **Hypotenseurs**
- **Anti-microbiens**
- **Immuno-modulateurs**
- **Anti-tumoraux**

CUISINE :

Terfes (3500 à 7000 DA/ kg pour 2017-2018)



Staphylococcus spp.

Penicillium

Zone
d'inhibition
de la
croissance

▲ **Figure 31.27** La production d'un antibiotique par la moisissure *Penicillium notatum*. Dans cette boîte de Pétri, la région transparente située entre la moisissure et les colonies bactériennes (*Staphylococcus* spp.) montre l'inhibition de croissance attribuable à l'antibiotique produit par *Penicillium notatum*.

biorestauration : Organismes utilisés pour nettoyer le sol ou l'eau contaminés.

Organismes modèles en sciences

Lutte biologique

« engrais »

Les lichens

Historique:

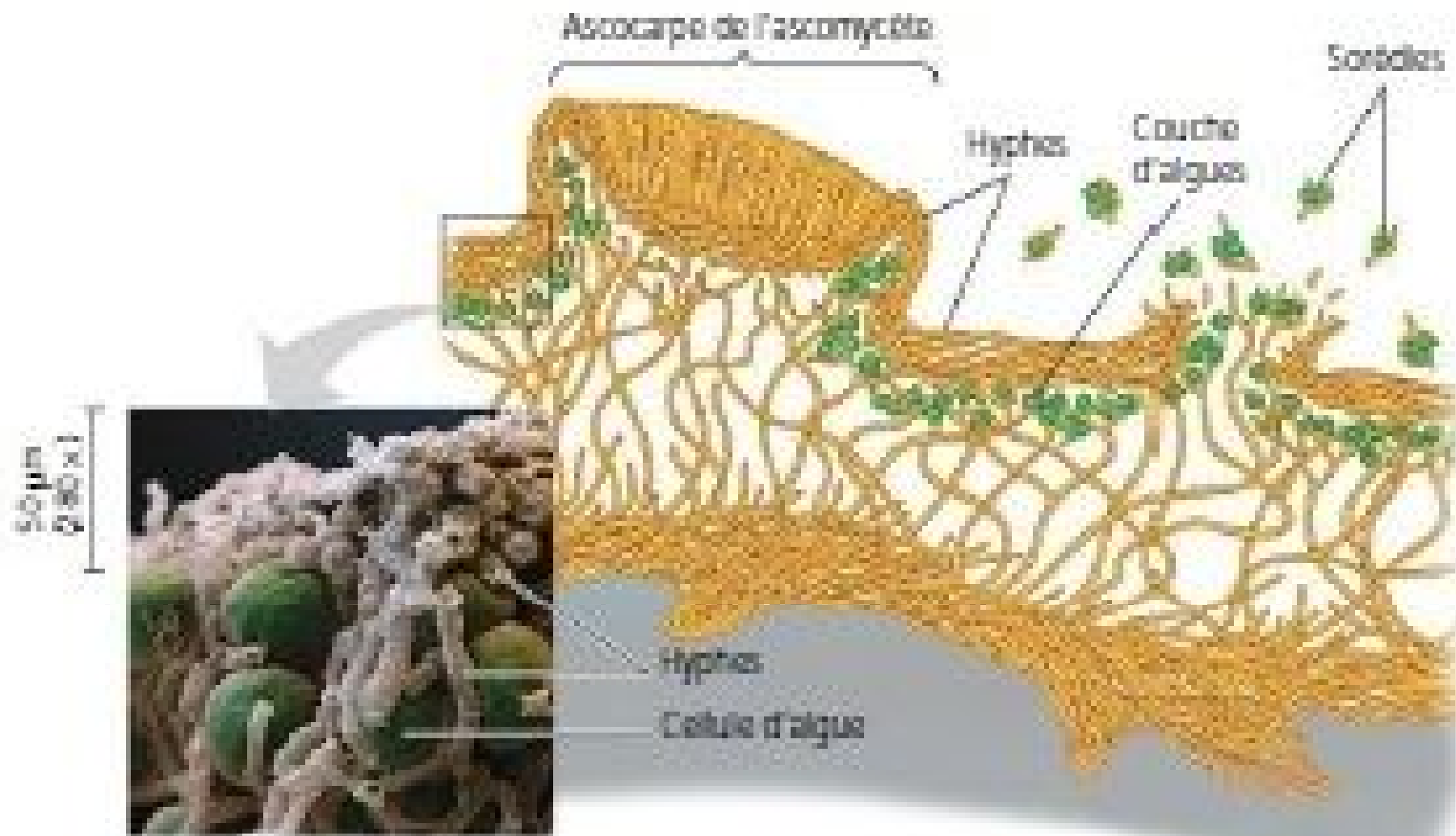
Jusqu'en **1867**, les lichens étaient considérés comme des êtres **simples**, intermédiaires entre les Algues et les champignons.

Schwendener a découvert la nature **double** des lichens, en montrant que les cellules vertes appartenaient à des algues et que les autres cellules étaient des filaments de Fungi.

1. INTRODUCTION

- Les lichens ne constituent pas un embranchement **naturel**
- Ensemble **polyphylétique** (17000 espèces)
- Beaucoup d'espèces **pionnières**: colonisent des milieux extrêmes

Figure 31.24 L'anatomie d'un lichen composé d'une algue et d'un ascomycète (MEB, cliché artificiellement coloré).



☒ **Figure 31.23** Diverses formes de Lichens.

☒ Lichens crustacés (constitués d'une croûte)



☒ Lichen foliacé (semblable à une feuille)



☒ Lichen fruticuleux (semblable à un arbuste)



2. DEFINITION

Les lichens = organismes composés
symbiose entre:

- un champignon : **mycobionte** (90 % de l'ensemble)
- et de cellules microscopiques d'algue verte et/ou de cyanobactérie: **phycobionte** ou **photobionte**.

Un même mycobionte peut s'associer à différentes espèces de phytobionte.

2. DEFINITION

Le champignon est:

- souvent 1 **ascomycète**,
- rarement un **basidiomycète**

L' « algue » est:

- une **algue verte** (85% des cas)

ou

une **cyanobactérie** (10% des cas)

ou

Une association **champignon+ algue verte+ cyanobactérie**
(5%)

3. MORPHOLOGIE

Structure variée. Principaux types:

- Thalles gélatineux
- Thalles crustacés
- Thalles foliacés
- Thalles fruticuleux
- Thalles composites

Formes intermédiaires fréquentes

3. MORPHOLOGIE

Thalles gélatineux:
champignon + cyanobactérie.

- Secs, ils sont noirs, durs et friables
- En présence d'eau, ils gonflent

Collema sp



3. MORPHOLOGIE

Thalles crustacés:

- Forment des **Croûtes**
- 4/5 des lichens

Rhizocarpon sp



3. MORPHOLOGIE

Thalles foliacés:

- adhèrent par un ou plusieurs points:
crampons ou
rhizines

Parmelia sp



3. MORPHOLOGIE

Thalles fruticuleux:

- En forme de buissons
- ramifiés
- adhérent par une surface réduite

Evernia sp



3. MORPHOLOGIE

Thalles composites:

- Thalle primaire adhérent
- +
• Thalle secondaire dressé



Cladonia sp.

5. Reproduction

Sexuée ou asexuée pour le champignon

Strictement asexuée pour l'algue

6. Mode de vie

- L'algue fournit au champignon:
matière organique fournit par la photosynthèse:
glucides, protéines et vitamine B
- Le champignon fournit à l'algue
Éléments minéraux
Protection contre la dessiccation et les fortes
radiations lumineuses
Eau

6. Mode de vie

Les échanges se font grâce aux **suçoirs** des champignons et qui pénètrent dans les algues

Ces suçoirs peuvent être:

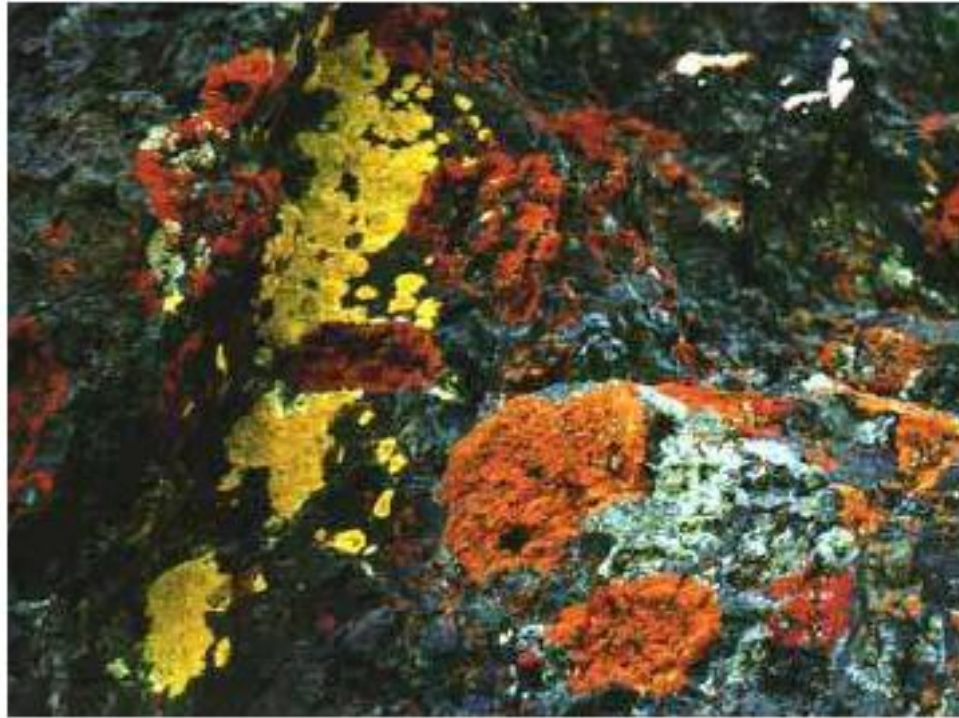
- **intracellulaires**
- **extracellulaires**

Croissance & Longévité

Croissance lente:

2 à 3 mm par an pour les lichens

crustacés



Croissance & Longévité

3 à 4 cm par an pour les lichens foliacés
comme *Peltigera*



7. INTERETS & INCONVENIENTS

- Alimentation animale et humaine
- Emulsifiants, épaississants
- Propriétés médicamenteuses: la lichénine
- Médecine: recherche pour l'extraction d'antibiotiques
- Parfumerie: *Evernia prunastri* ou Mousse de Chêne (9000 T/an)
- Fabrication de colorants



7. INTERETS & INCONVENIENTS

Environnement:

- Les lichens sont une source importante de nourriture pour de nombreuses espèces: **équilibres des écosystèmes**
- Les lichens concentrent les métaux lourds et certains acides.
carte de répartition des lichens renseigne sur les zones polluées: **indicateurs de pollution**

7. INTERETS & INCONVENIENTS

- Lichens nuisibles:

La corrosion du verre, marbre, le quartz... Ils diffusent des substances phytocides dans les arbres

Certains sont toxiques et ont été interdits comme colorant alimentaire

8. Classification

Critères de classification:

- Morphologie du thalle
- Aspects et développement des structures de reproduction

Évolue avec la classification des champignons

Les classifications récentes incomplètes.

8. Classification

des Ascolichens : spores produites dans des asques.

des Basidiolichens (ou Hymenolichens): spores produites sur des basides.

En Algérie...

- D'après Faurel, Ozenda et Schotter (1953), la flore lichénologique était évaluée en 1952 à environ :
 - Maroc : 650
 - Algérie : 600
 - Tunisie : 200

Ensemble de l'Afrique du Nord : 900 dont 150 endémiques.

Aujourd'hui, elle est estimée à à 1500 espèces