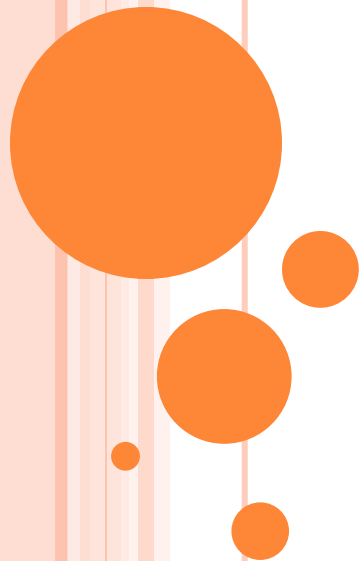


Université mohamed kheïder Biskra faculté
des sciences exactes et sciences de la nature
et de la vie
Département de SNV

INTRODUCTION

Dr: Bouatrous Yamina



I-Définition

Botanique n.f . (gr. botanikos, qui concerne les herbes), discipline scientifiques composite puisque elle regroupe l'ensemble des sciences qui étudient les végétaux.

II-La nomenclature binaire

Les espèces sont scientifiquement désignées par binômes ; vocables composés de deux mots. Le système binominal de nomenclature a été utilisé pour la première fois de manière permanente par linné (Carolus Linnaeus) dans son ouvrage *species plantarum* (1753).

Le premier mot du nom de l'espèce est un substantif singulier qui est le nom du genre auquel l'espèce appartient. Le second mot est un adjectif désigne l'espèce.

On écrit en Italique (ou en souligné) les noms des genres et les épithètes spécifiques ; le nom de genre prend une majuscule et les épithètes spécifique débutent par une minuscule.

L'épithète spécifique est suivi d'un ou plusieurs noms d'auteur : le nom (ou les noms) de la personne (ou les personnes) qui ont décrit l'espèce à l'origine.

II-1-Définition de l'espèce

L'espèce est considérée comme une collection d'individus entre lesquels les différences sont faibles, alors qu'entre deux espèces les différences sont plus ou moins profondes.



Au regard de la biologie moléculaires, l'espèce se définit comme l'ensemble des individus susceptible d'échanger de l'information génétique. L'espèce est définie pratiquement par des caractères morphologiques, qui sont seuls évidents et faciles à observés.

II-2-Variabilité de l'espèce

L'espèce n'est pas suffisamment fixe pour se prête à une définition rigoureuse. L'espèce varie ; c'est presque un de ses caractères essentiels. Gaudry, paléontologiste français, définit l'espèce comme « **l'ensemble des individus qui ne sont pas encore assez différenciés pour cesser d'avoir des descendants communs** ».

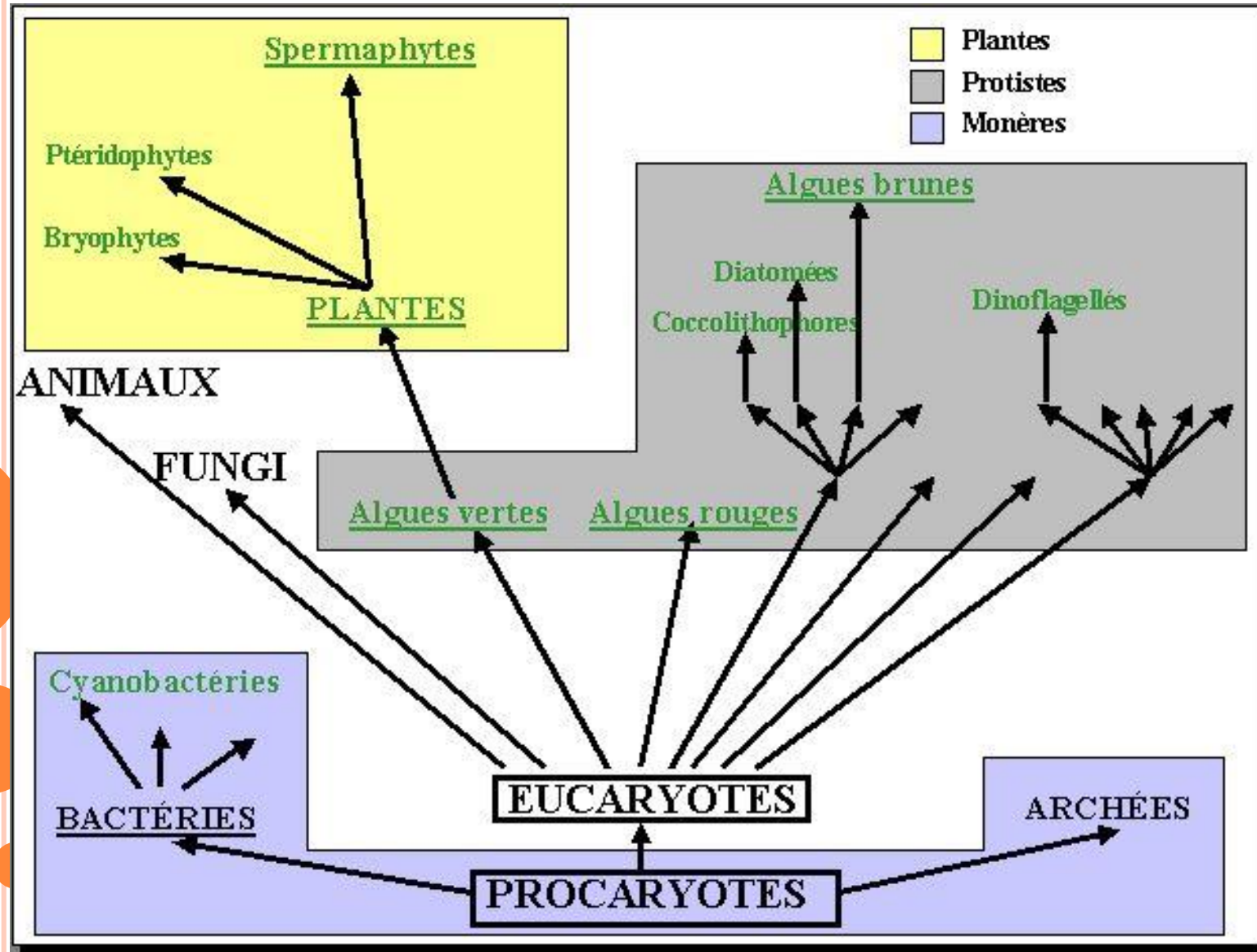


La théorie de l'évolution des êtres vivants ne fait plus de doute maintenant : les découvertes **paléontologiques**, comme les travaux d'anatomie comparée en ont apporté les preuves définitives. Le seul point encore largement débattu à l'heure actuelle concerne le mécanisme de cette évolution.

Une barrière empêche l'interfécondité des individus d'une même espèce (par exemple, un isolement géographique, un isolement saisonnier, une polyploïdisation des garnitures chromosomique...), il se crée, plus ou moins rapidement, des variétés, ou des sous espèces, ou des espèces nouvelles ; c'est la **spéciation**.

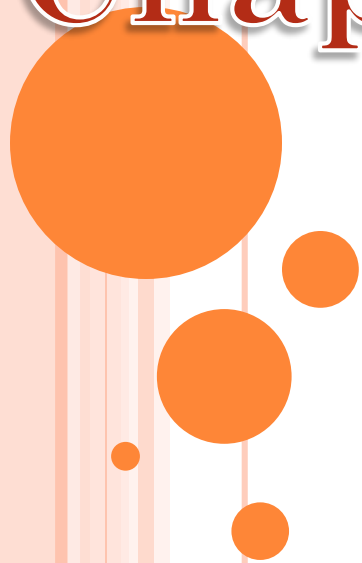


III- Origine et classification des végétaux



Université Mohamed Kheïder Biskra faculté
des sciences exactes et sciences de la nature
et de la vie
Département de SNV

Chapitre I: Les Algues



I-Introduction

Les Algues sont présentes dans le monde entier et se développent dans toutes les étendues d'eau ou dans tout milieu terrestre où le taux d'humidité reste élevé. Elles vivent aussi en symbiose avec d'autres organismes. Certaines espèces peuvent même survivre sur la neige ou la glace des régions polaires ou montagneuses, ou supporter les températures élevées des sources d'eau chaude.

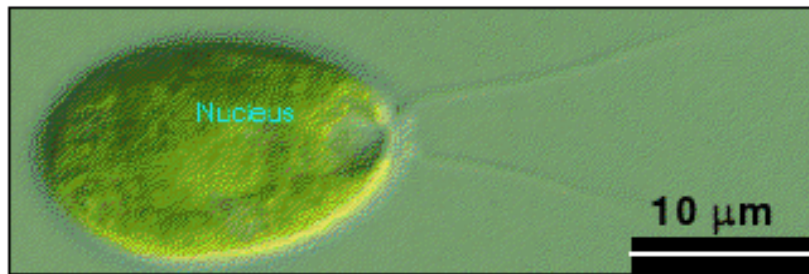
Les Algues sont des thallophytes autotrophes photosynthétiques d'organisation simple, formant un groupe extrêmement hétérogène du point de vue de leur origine évolutive. Pour cette raison, leur classification controversée est d'une complexité rare.



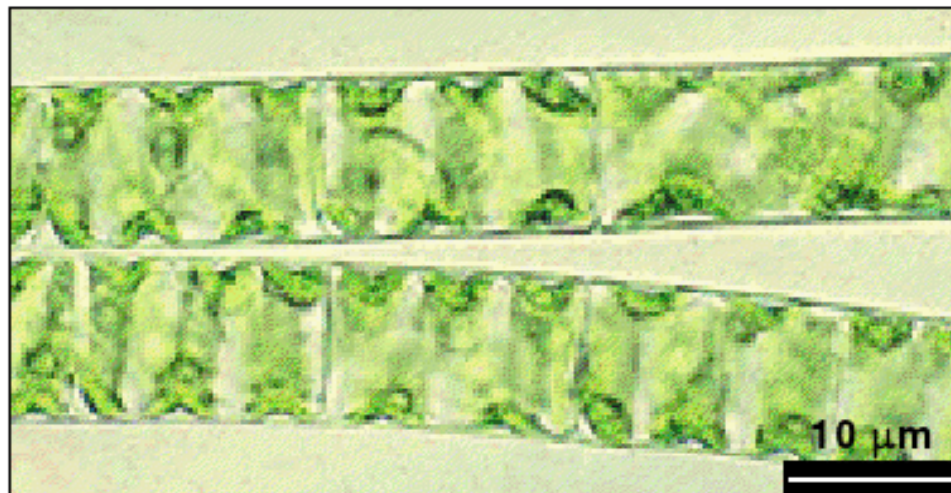
III. Les algues

On ne peut pas donner d'image typique des algues :

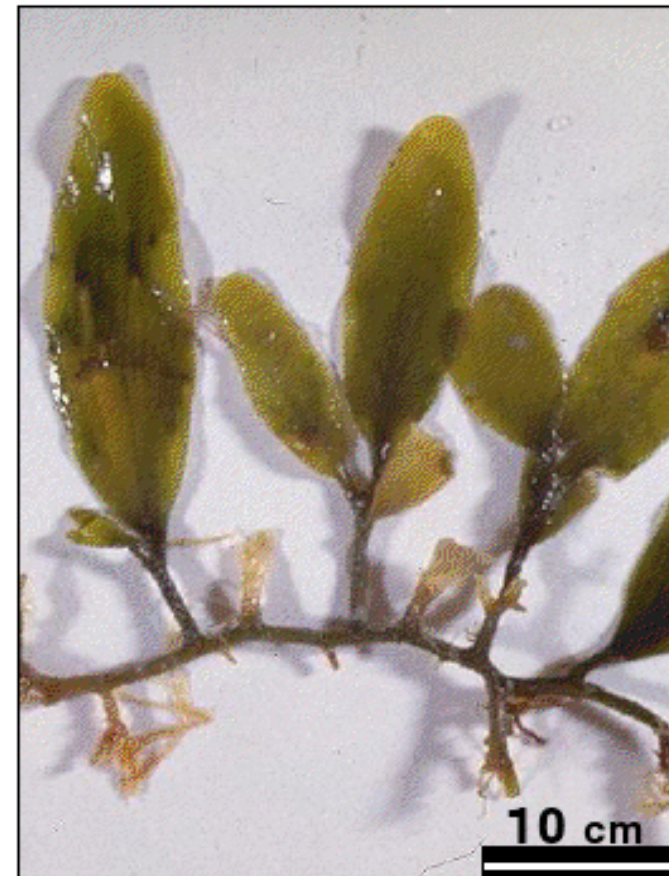
- de quelques micromètres à plusieurs mètres ...
- des unicellulaire et des pluricellulaires ...



Chlamydomonas



Spirogyre



Caulerpa

III. Les algues

I. Organisation de l'appareil végétatif

1) Définitions II. Multiplication des algues

2) Protophytes - Thalles unicellulaires

III. Écologie des algues

3) Thalles siphonnés

4) Métaphytes - Thalles pluricellulaires

5) Modes de croissance

6) Cytologie

I. Organisation de l'appareil végétatif - 1) Définitions

Archéthalle

Thalle où toutes les cellules ont le même rôle

Protothalle

ou

Nématothalle

Thalle avec spécialisation dont 1 zone de croissance

Cladomothalle

Thalle avec 1 axe préférentiel de croissance :
le **cladome** primaire

Protophytes

Végétaux unicellulaires

Métaphytes

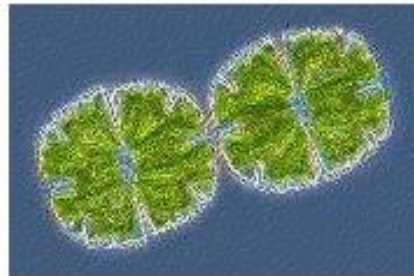
Végétaux pluricellulaires

Thalles unicellulaires

- **Cellules mobiles** ex: *Chlamydomonas*



- **Cellules immobiles** ex: *Micrastérias* / *Diatomées*



- **Colonies de cellules** ex: *Pandorina* / *Volvox*

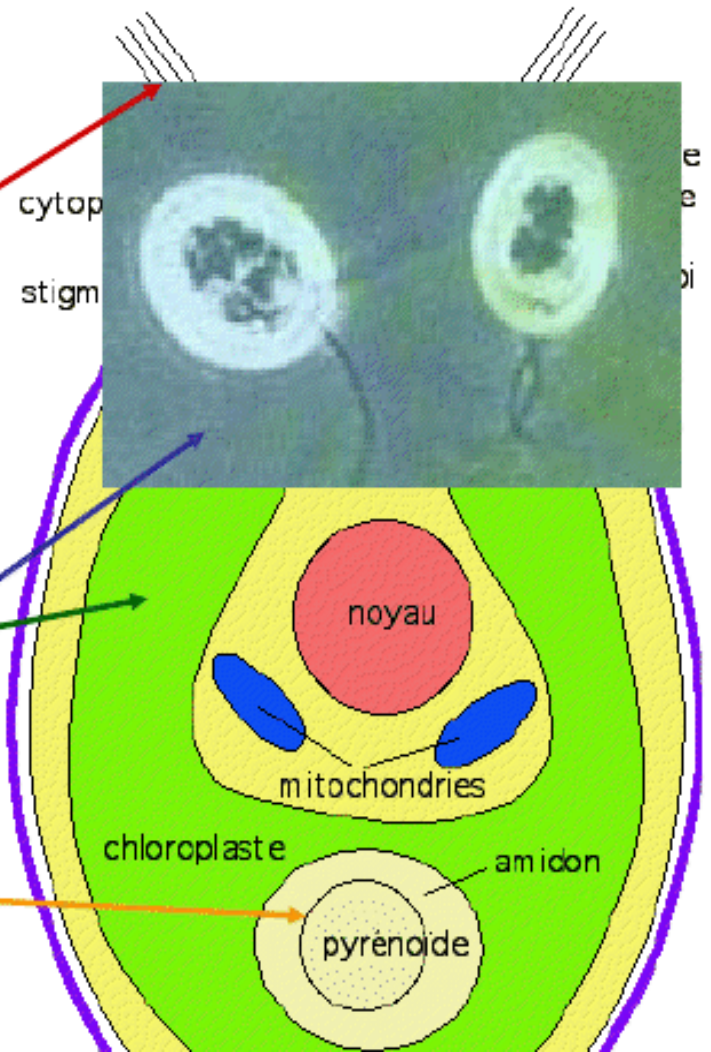


Cellules mobiles - Exemple : *Chlamydomonas*

- Algue verte (Chlorophyte)
- Phytoplancton d'eau douce

Morphologie:

- 2 flagelles
- 1 gros chloroplaste unique
- ***Caractère primitif***
- 1 gros pyrénoloïde
- 1 stigma



Cellules mobiles - Exemple : *Chlamydomonas*

Stigma

aire spécialisée du plaste dans la partie antérieure

accumulation de globules lipidiques avec pigments caroténoïdes pourpres ou oranges



Réaction photosensible de la cellule



Orientation de déplacement par rapport à la lumière

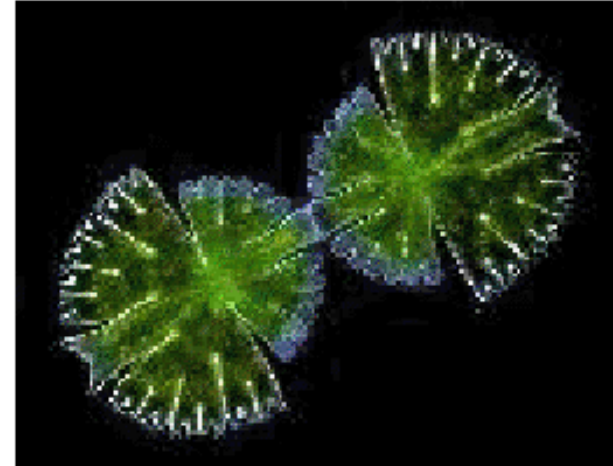
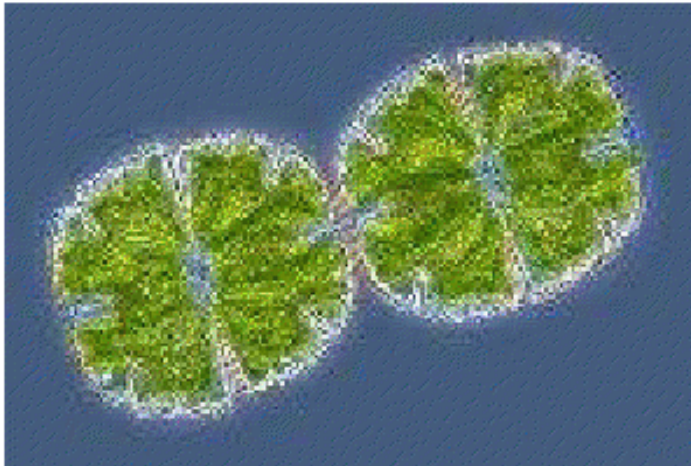
« *œil primitif* »

Pyrénoïde

structure autour de laquelle se regroupe les réserves glucidiques

Cellules immobiles - Exemple : *Micrastérias*

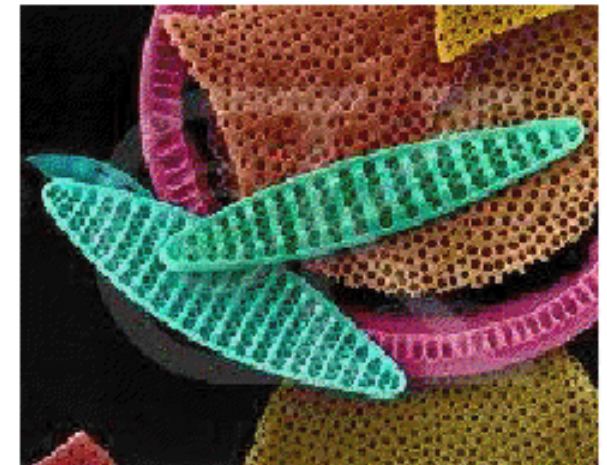
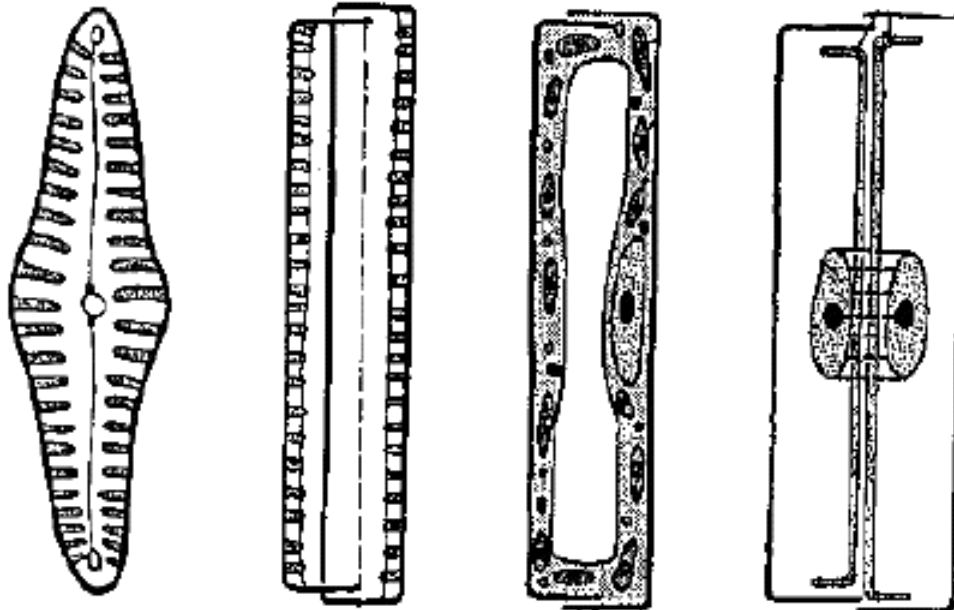
- Algue verte (Chlorophyte) haploïde
- Multiplication végétative par bipartition de la cellule : chaque moitié reconstruit son symétrique



en 1950 : expérience sur la multiplication végétative

Cellules immobiles - Exemple : Les *Diatomées*

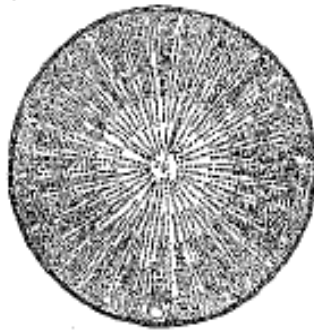
- Algue brune (Chromophyte) – appartient au Phytoplancton
 - Eau douce et eau salée – présentes dans toutes les mers du monde
 - Prédominantes dans mers froides et tempérées plusieurs millions d'ind./litre d'eau!
 - Libres ou fixées (sur autres algues, plantes, rochers...)
- Paroi non continue composée de 2 frustules s'emboîtant l'une dans l'autre



Cellules immobiles - Exemple : Les *Diatomées*

Symétrie axiale

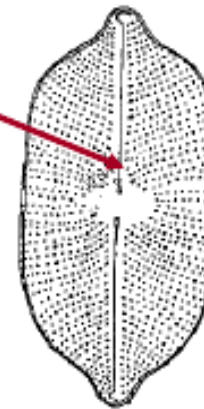
diatomée centrale




Symétrie bilatérale

diatomée pennée

Le raphé
Fente médiane



- paroi composée à 96% de silice + matériaux organiques
- à la mort de la cellule, sédimentation de la paroi

 formation de **diatomite**

- Elles vivent de façon indépendante ou restent agglutinées après division en sécrétant un mucilage

Cellules immobiles - Exemple : Les *Diatomées*

- Le frustule, **inextensible**, impose aux cellules un mode de division particulier :

- Mitose : chaque nouvelle cellule entraîne une des valves de la paroi

- Chaque partie reconstruit l'autre frustule à l'**intérieure** de celle existante

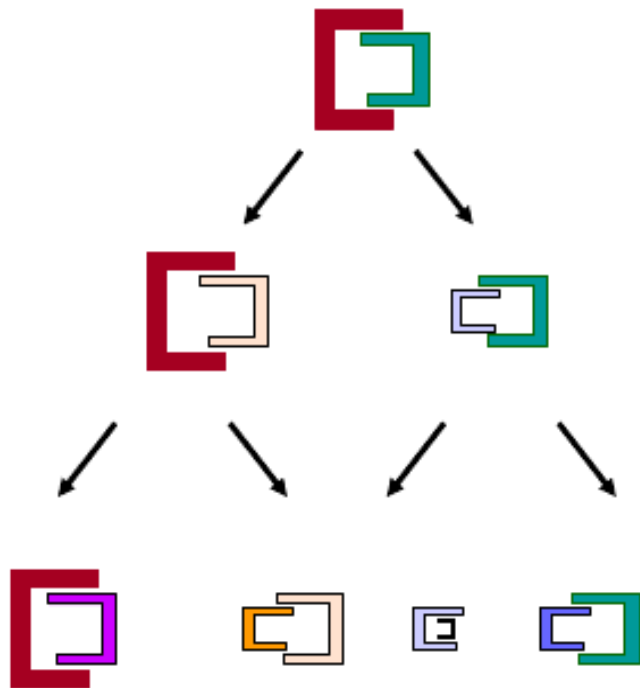
- **Diatomées de + en + petites**

- Quand cellule devient trop petite

Reproduction Sexuée

- Gamètes se débarrassent de la paroi

- Cellule issue de la fécondation retrouve la taille initiale avant de régénérer une nouvelle paroi



Colonies de cellules

Cénobe

Colonie de cellules issues les unes des autres par divisions et maintenues ensemble par **un mucilage**

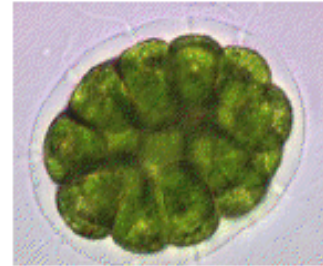
Mucilage

Production végétale liquide à base de glucides très divers susceptible de gonfler au contact de l'eau



Colonie de cellules - Exemple : *Pandorina*

- Algues vertes
- Colonie de 4 à 16 cellules selon l'espèce
- Chaque cellule ressemble à *Chlamydomonas*



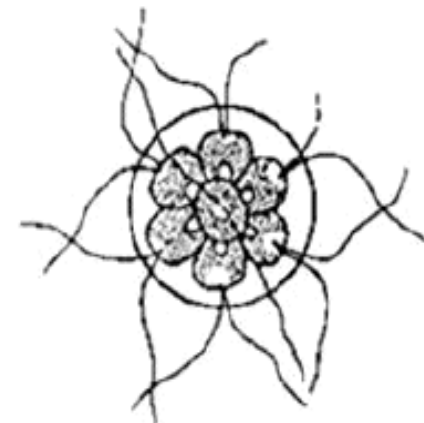
MAIS cellule polarisée pour le capteur de lumière accumulé à un pôle

- Les cellules d'une colonie se divisent toutes en même temps un nombre défini de fois (2 à 4 mitoses) et reconstituent chacune une colonie

Échange d'informations entre les cellules

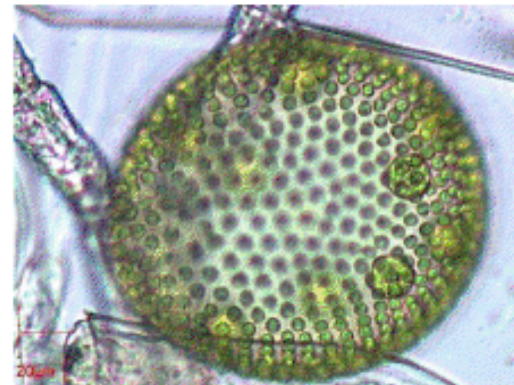
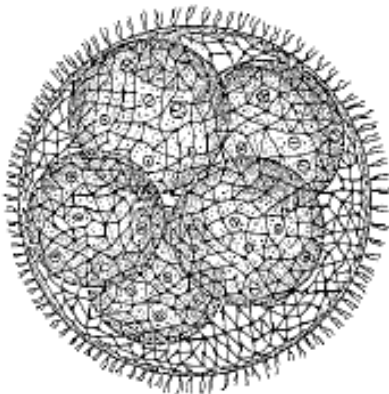
Ex : *Pandorina morum*

- cellules extérieures flagellées **mobilité**
- cellules centrales perdent leurs flagelles **photosynthèse**



Colonie de cellules - Exemple : *Volvox*

- Algue verte formant des colonies de 3000 à 50.000 cellules **biflagellées** vivant en périphérie
- sphère creuse de 5mm de diamètre
- cellules contiguës reliées par des ponts cytoplasmiques



- Certaines cellules de la colonie non flagellées :

Gonidies

rôle dans la reproduction sexuée

Passage au thalle pluricellulaire ?

- **2 possibilités:**

1/ Multiplication des noyaux dans un organisme sans séparation cellulaire puis individualisation

2/ Coalescence de cellules déjà existantes

- **Mais :**

- 2^{ème} possibilité pose un problème chez les végétaux à cause de la paroi
- Par contre il existe des individus avec de très nombreux noyaux

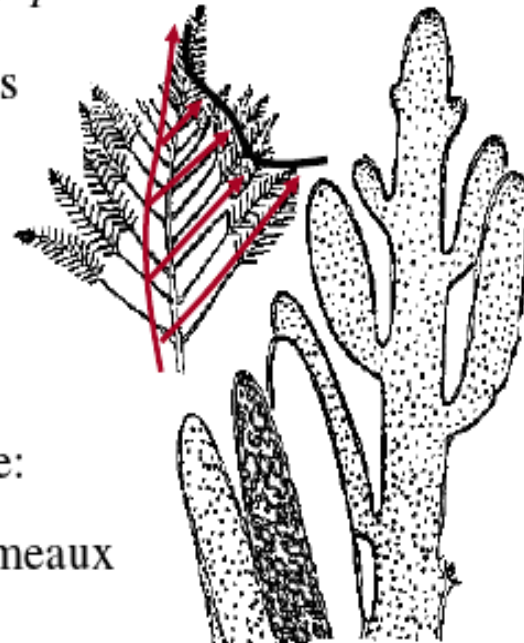
Thalles siphonnés

- 1 seule membrane
- plusieurs noyaux dans le même cytoplasme

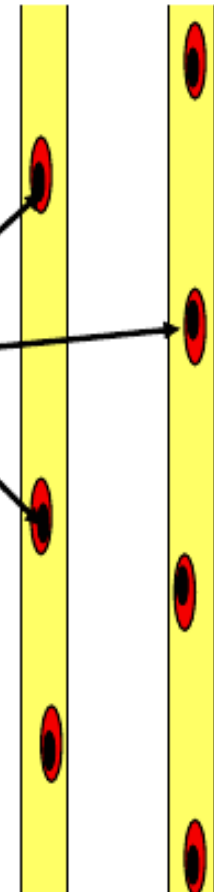
Ex : *Bryopsis plumosa*

- Algue verte (2 ou 3 cm)
- Si on prélève qq. gouttes du cytoplasme (avec qq. noyaux) dans de bonnes conditions, on peut régénérer un *Bryopsis* entier
- Gradient dans diamètre de l'axe et dans croissance des rameaux secondaires
- Ce développement est lié à la pesanteur

- si on retourne un *Bryopsis*, il se restructure:
- développement de rameaux dressés sur rameaux secondaires et nécrose de la base



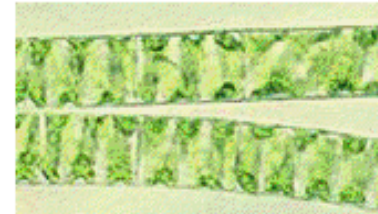
Noyaux



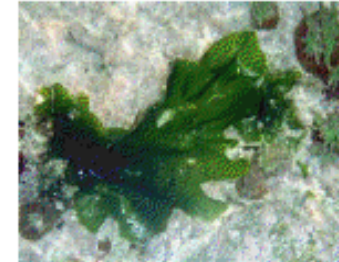
Siphon

Structure
Coenocytique

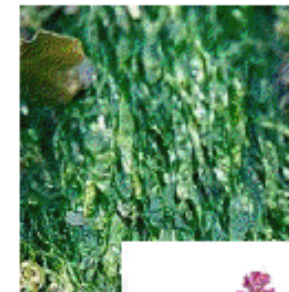
- **Thalles filamenteux** ex: *Spyrogira*



- **Thalles foliacés** ex: *Ulva lactuca*



- **Thalles en tube** ex: *Enteromorpha*



- **Thalles cladomiens** ex: *Sphocelaria / Plumaria*



- **Thalles fucoïdes** ex: *Laminaria*

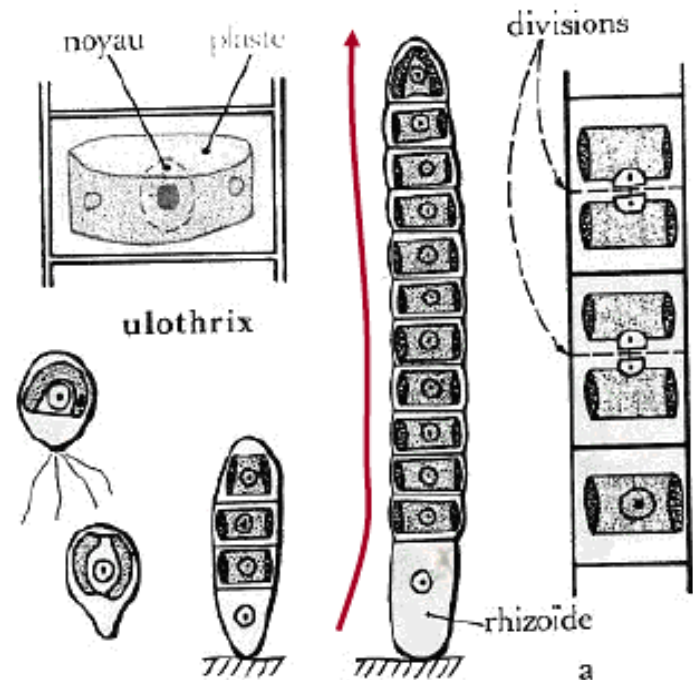


Thalles filamenteux

- **Construction cellulaire simple** : fréquente chez les algues
- **Pour former thalle filamenteux** :
 - Il faut que les cellules **ne se séparent pas** après la mitose
 - Plan de division (mitose) toujours orienté dans la **même direction**

- Si pas d'axe de division privilégié
masse +/- régulière : **Archéthalle**

- Si axe de polarité dans cellule d'origine (zygote ou spore), la division se définit par rapport à cet axe de polarité → **filament primitif**



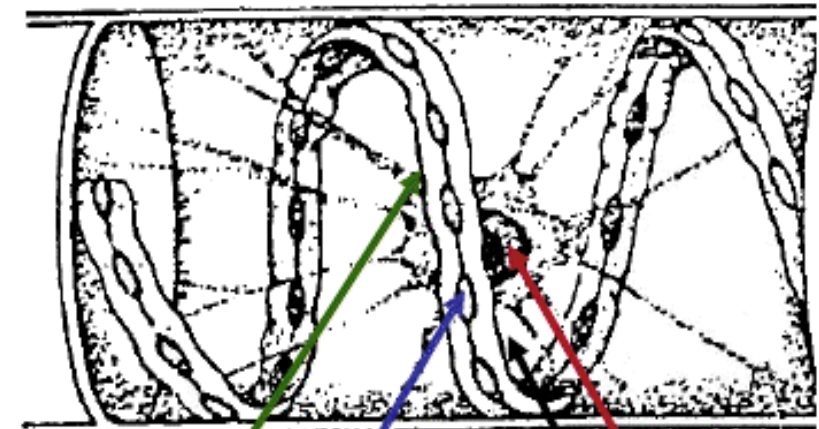
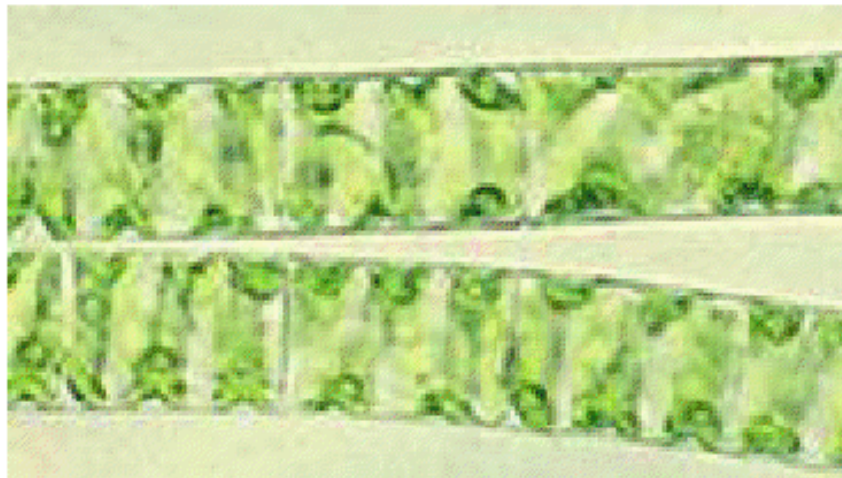
Thalles filamenteux

Ex : *Spyrogira*

Germination de
la zygospore



- Algue verte (Chlorophycée) d'eau douce
- pas de ramification
- chloroplaste en forme d'hélice = « rubané »



chloroplaste

pyrenoïdes

noyaux

vacuole

Thalles filamenteux

Ex : *Spyrogira*

• Mauvaise condition environnementales

- Rapprochement de 2 filaments → Le contenu d'1 cellule passe dans l'autre
- Masse cytoplasmique à 2 noyaux → Fusion des 2 noyaux
- Zygote qui s'entoure d'une paroi épaisse

Forme de résistance

• Retour à bonnes condition environnementales

- Germination du zygote → méiose
- 4 noyaux haploïdes → 3 dégénèrent
- Un nouveaux filament haploïde

Remarque : en eau douce = cycle de dessèchement

Thalles filamenteux ramifiés

- Ramification du thalle par **changement d'axe** de division
- 2 types de filaments:

et/ ou {
- filaments **prostrés**
- filaments **erectés**

- 1 seul type de filament:
- 2 types de filaments:

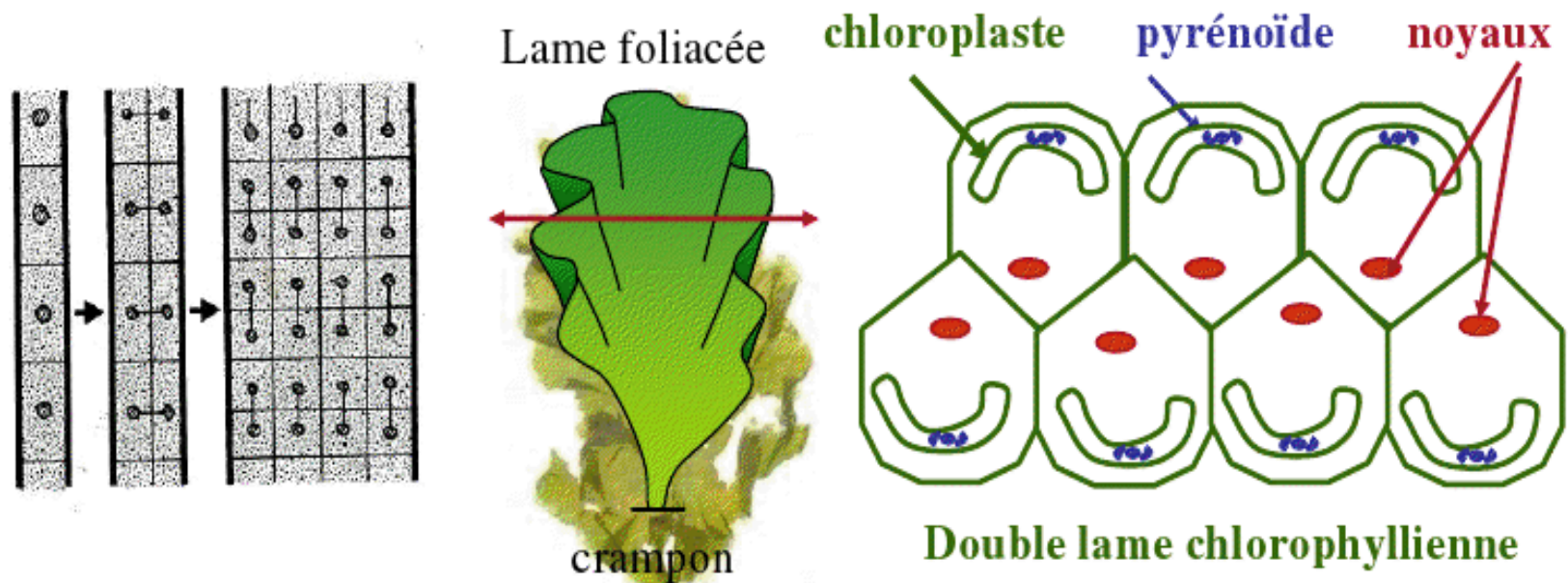
thalle homotriche

thalle hétérotriche

Thalles foliacés

Ex : *Ulva lactuca*

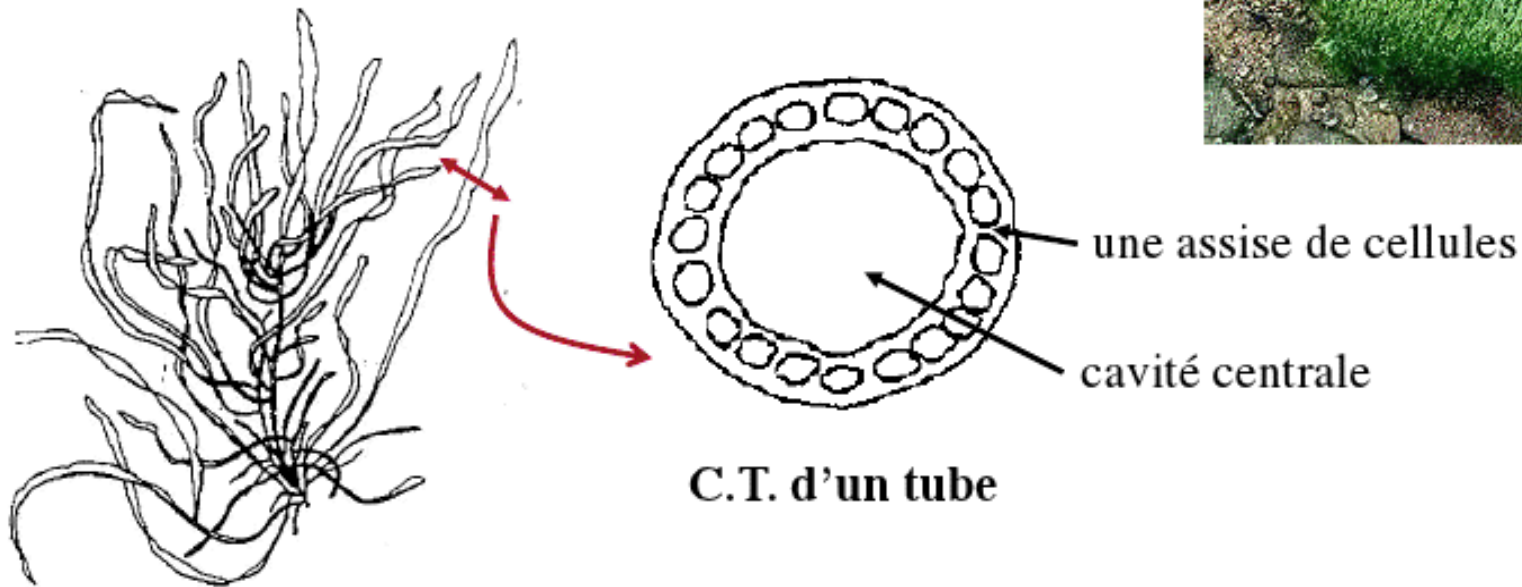
- Algue verte - marine « La laitue de mer »
- Élargissement du thalle « en éventail » par mitoses transverses et longitudinales
- Thalle adulte = large lame formée de 2 assises de cellules



Thalles en tube

Ex: Enteromorpha

- Algue verte
- 2 assises de cellules (comme *Ulva lactuca*) qui s'écartent
- Tube creux formé d'une seule couche de cellules



Thalles cladomiens

- Degrés plus élevé de l'évolution : structure caractéristiques des algues

Cladome Association de 2 types de filaments

- **1 axe** engendré par 1 cellule initiale apicale à croissance **indéfinie**

- **des rameaux latéraux** **Pleuridies**

- formés par des cellules issues d'1 cellule initiale dont le fonctionnement est **temporaire**

- Formation possible de **cladome secondaire** et tertiaire au niveau des **nœuds**

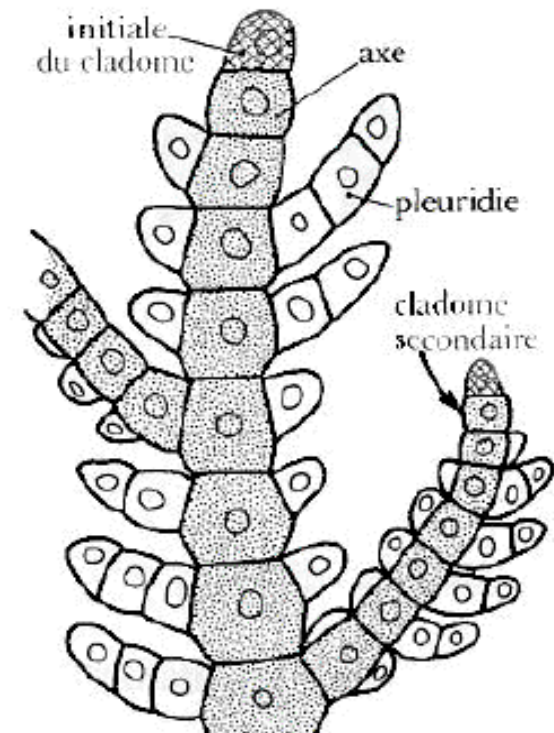
(zones d'insertions des pleuridies sur l'axe principal)

- Modification du cladome typique :

Ex: soudures entre les pleuridies → lames foliacées



Ex : *Plumaria*



Thalles cladomiens

- Thalle en forme de triangle (comme *Bryopsis*) mais cette fois le contrôle **est apical**

Si on tue la cellule apicale

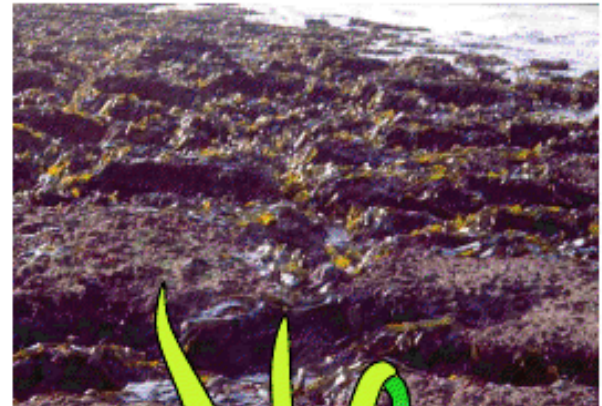
- les pleuridies près de la cellule apicale (en cours d'élongation) n'arrêtent pas leur croissance
- les pleuridies ayant arrêté leur croissance la reprennent et se ramifient

Dominance apicale et relations intercellulaires hiérarchisées

Thalle fucoïde

Ex : *Laminaria*

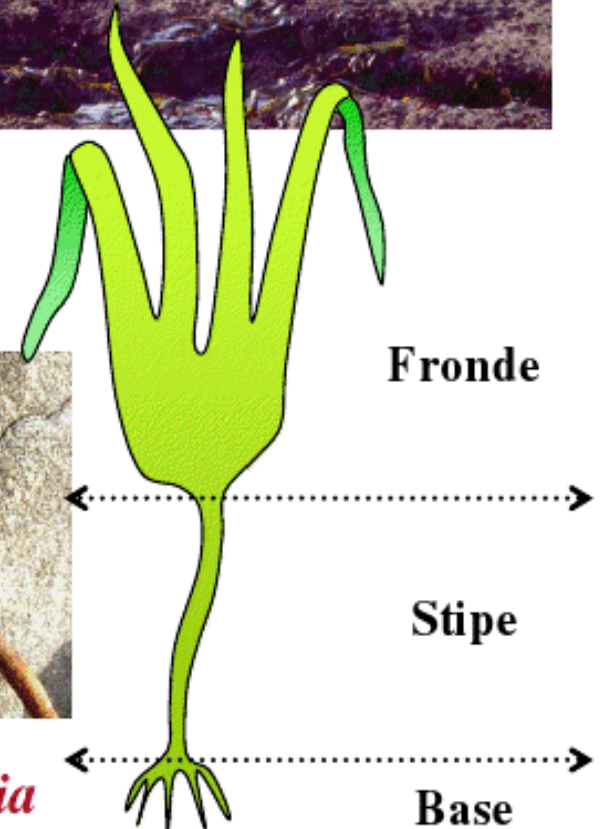
- Algues brunes
- Thalles divisé en 3 parties:
 - une base importante qui sert d'encrage
 - un stipe cylindrique +/- aplati
 - une fronde (ou lame) de forme variée



Ex : *Fucus*



Ex : *Laminaria*

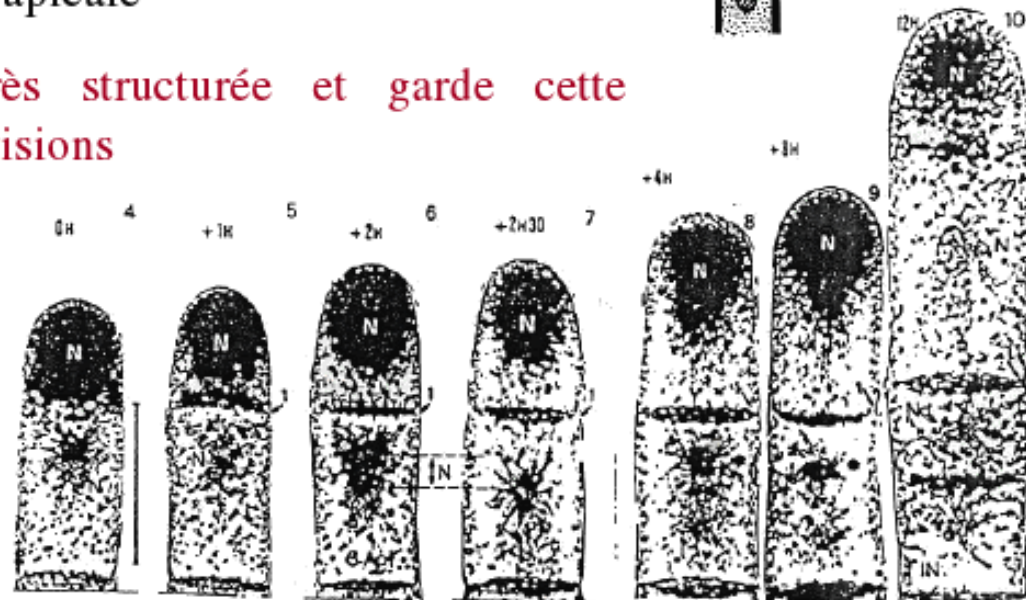
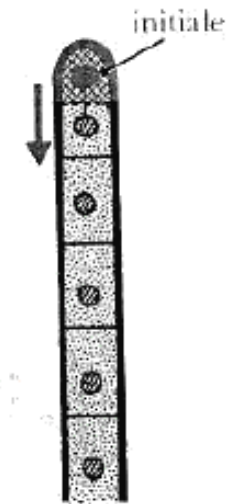


Croissance apicale

- Division toujours au niveau de la cellule apicale

Ex : *Sphocelaria*

- à $t = 0$, la cellule vient de se diviser
- entre $t = 0$ et $t = 12h$, la cellule s'allonge 4 fois
- toutes les 12h, formation d'une cellule supplémentaire : cellule sous apicale
- la cellule apicale est très structurée et garde cette structuration au cours des divisions

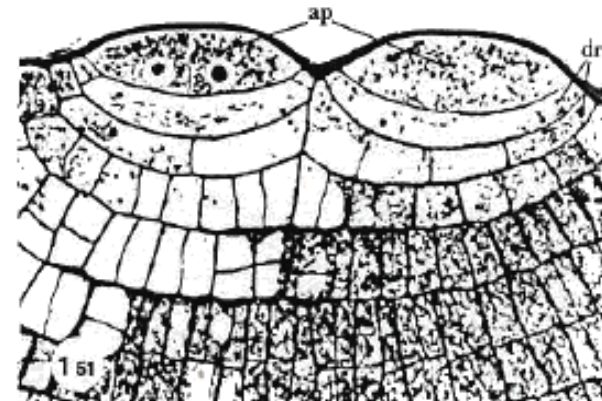
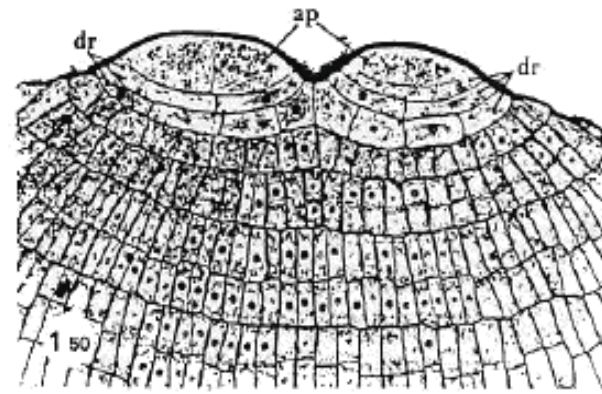
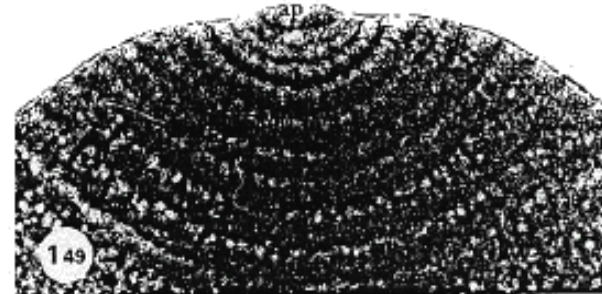


Croissance apicale dichotomique

- division latérale de la cellule apicale
- formation de 2 axes de même diamètre

ex: *Fucus*, *Dictyota dichotoma*

- existe chez tous les types de thalles

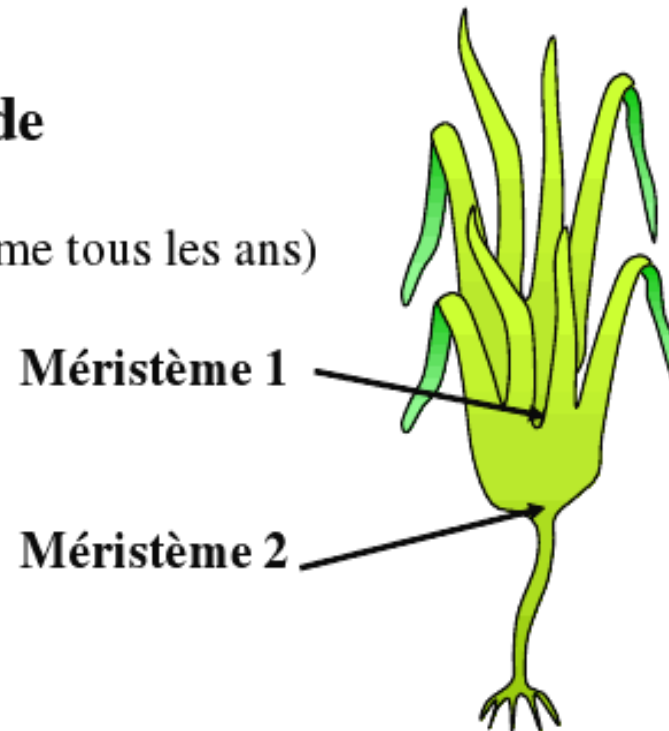


Croissance intercalaire

ex: *Laminaria*

- méristème à la frontière **stipe-fronde**

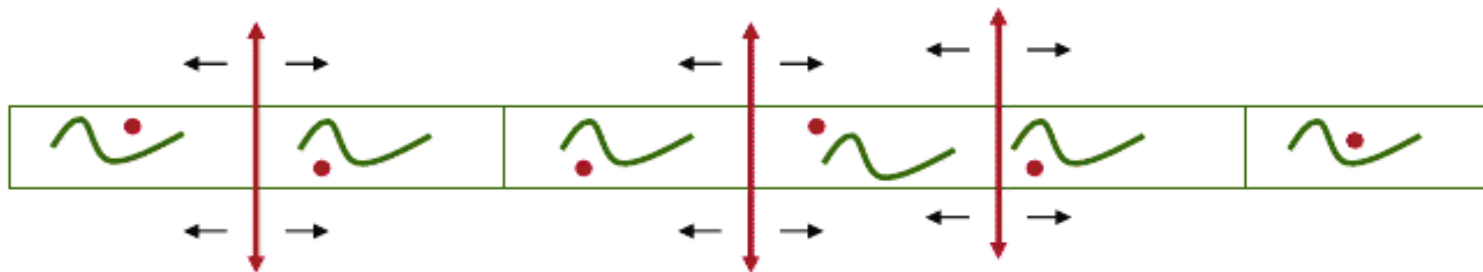
(dans le cas de *Laminaria*, nouveau méristème tous les ans)



Croissance diffuse

- pas de zone spéciale de croissance, toutes les cellules peuvent se diviser.

Ex : *Spyrogira* Croissance intercalaire diffuse



I. Organisation de l'appareil végétatif

Cytologie

- **Paroi** : Surtout **Pectocellulosique**, mais cellulose souvent remplacée par d'autres glucides ou dérivés glucidiques
 - Possibilité de minéralisation Silice /Diatomées Calcaire /Charophycées
 - Pas tjrs présente chez algues unicellulaires (+ ou - dvpé et chimie variée)
- **Noyau** : Comparable à celui des végétaux supérieurs mais en général plus petit
- **Appareil Cinétique**: **Flagelles**
 - Chez une partie des algues unicellulaires
 - Cellules reproductrices (spores, gamètes) chez la plupart des algues pluricellulaires
- **Plastes** : Morphologie variable
 - Algues plus primitives 1 plaste unique Ex : *Chlamydomonas*
 - Souvent : **Pyrenoïdes** formation de grains de réserves glucidiques (amidon chez algues vertes)
 - Toujours de la chlorophylle a et +/- de Caroténoïdes

I. Organisation de l'appareil végétatif

Cytologie

- Réserves :

- Nature chimique différentes selon les classes d'algues

Algues vertes - Amidon

Algues rouges - Un autre glucide voisin du glycogène

Algues brunes - Variable mais jamais l'amidon

} Dans le cytoplasme
hors du Plaste

III. Les algues

I. Organisation de l'appareil végétatif

II. Multiplication des algues

1) Multiplication végétative

III. **Écologie des algues**

2) Reproduction sexuée

DIVERSITÉ DES MODES DE FÉCONDATION

- **Isogamie** : fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et physiologiquement identiques.
- **Anisogamie** : fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et/ou physiologiquement différents
- **Oogamie** : 1 gamète petit, mobile, produit en grand nombre. 1 gamète gros, immobile, chargé en réserve.
- **Cystogamie** : Formation d'un pont cytogamique (ou pont de conjugaison) entre 2 filaments : gamètes jamais libérés hors du thalle.
- **Trichogamie** : le gamète femelle reste dans le gamétophyte, émet un poil : **le trichogyne** . le gamète mâle sans flagelle (spermatie) se colle sur le trichogyne
- **Aplanogamie** : gamète femelle reste dans gamétophyte, gamète mâle sans flagelle = spermatie. pas de chimiotactisme : fécondation au hasard. Il existe une papille sur gamète femelle pour faciliter la fécondation

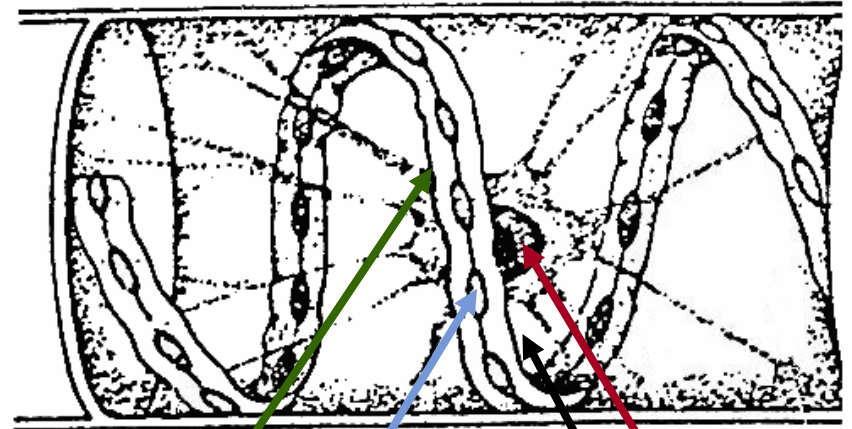
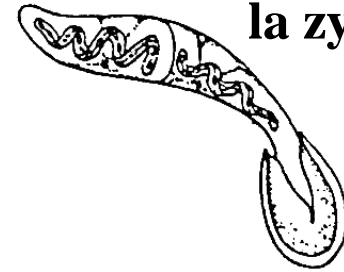


Thalles filamenteux

Ex : *Spyrogira*

- Algue verte (Chlorophycée) d'eau douce
- pas de ramification
- chloroplaste en forme d'hélice = « rubané »

Germination de
la zygospore



chloroplaste

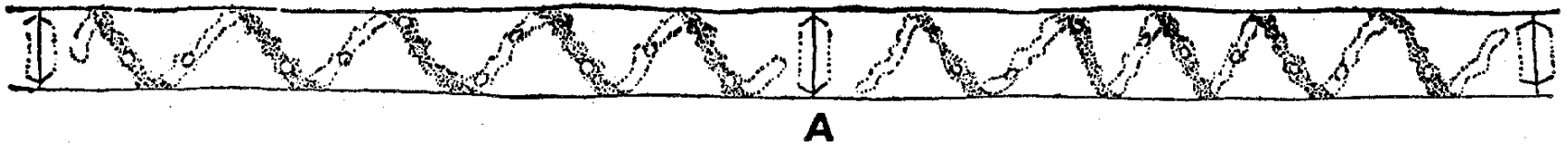
pyrenoides

noyaux

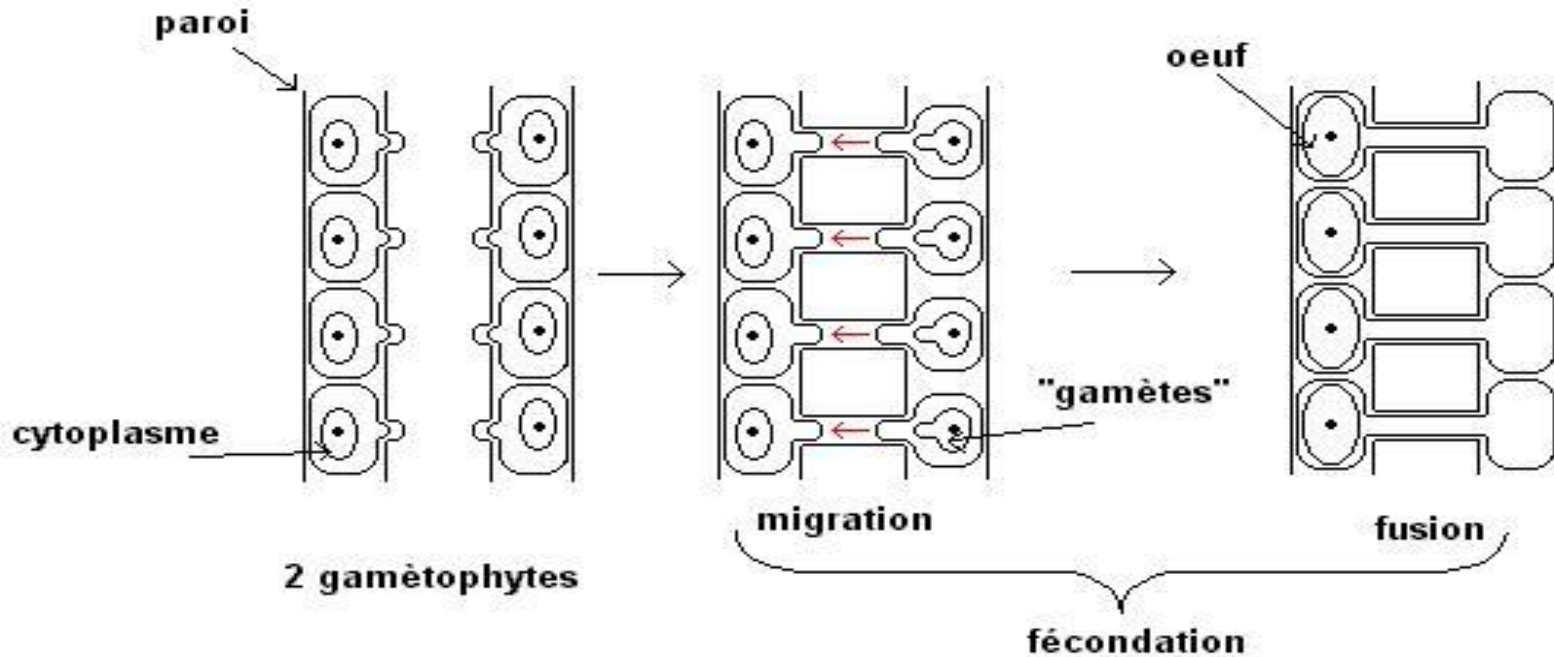
vacuole

SPIROGYRA

La spirogyre est une algue verte filamenteuse commune dans les fossés et les mares d'eau suffisamment pure. Longue de plusieurs décimètres, elle est formée par un filament non ramifié, fait d'un enchaînement linéaire de cellules rectangulaires pourvues chacune d'un ou de plusieurs chloroplastes en forme de ruban spiralé. Ces longs filaments ondulent très lentement dans l'eau, ce qui permet le rapprochement des individus, nécessaire à la reproduction sexuée.

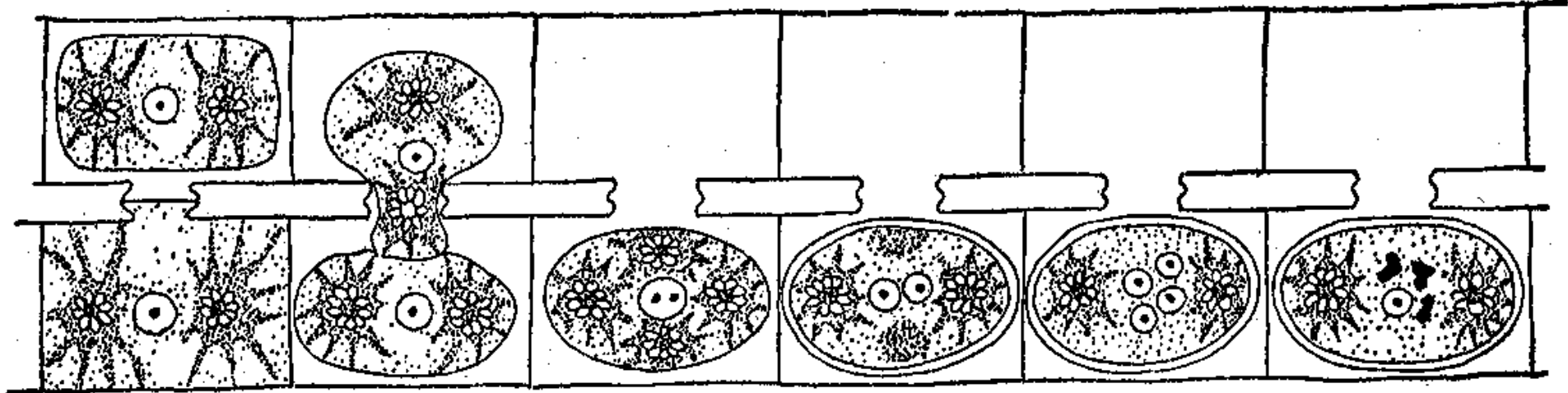


REPRODUCTION SEXUÉE

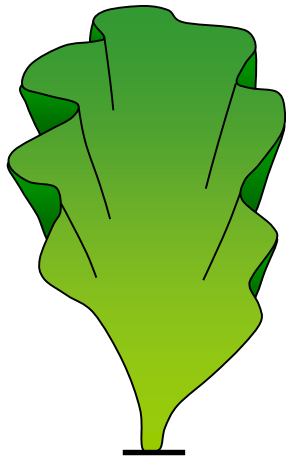


Deux filaments s'accolent et chaque cellule émet une petite protubérance vers la cellule d'en face. Le cytoplasme se concentre. Un pont se fait entre les deux et le contenu cytoplasmique d'une des deux va chez l'autre. On se retrouve après cette migration avec un filament sans cytoplasme et un autre les deux. Il y a fusion entre les deux et on obtient un oeuf. Ceci est une fécondation où les gamétophytes n'existent pas et avec des gamètes peu différenciés. On parle pour cette fécondation de cystogamie. Cet oeuf va s'entourer d'une paroi épaisse pour rentrer en vie ralentie quelques temps. Puis va subir une méiose qui conduit à 4 cellules: 3 qui dégénèrent et une qui devient un Thalle.

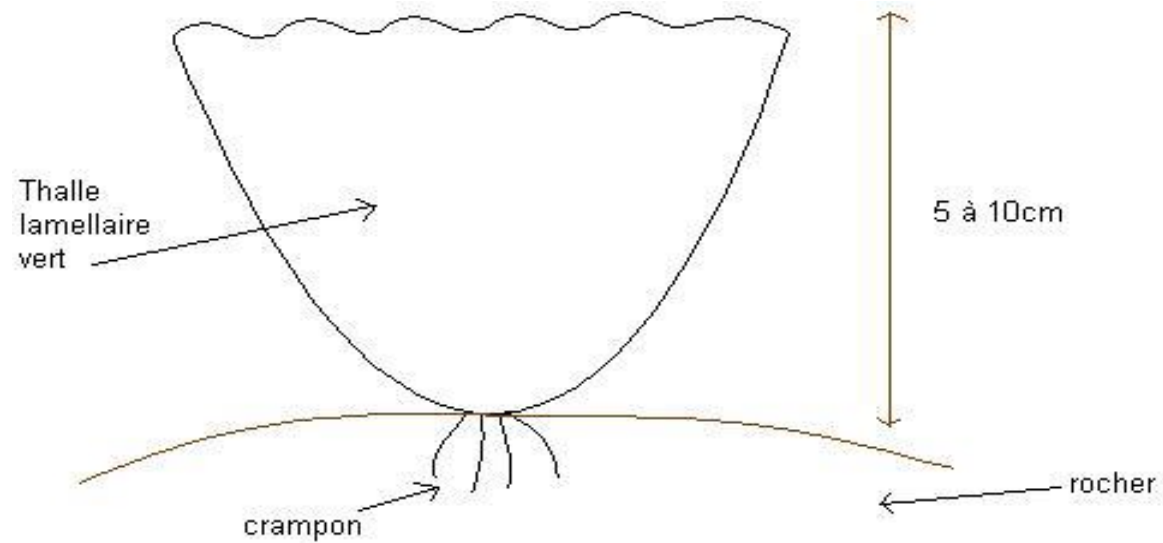
ZYGNEMA EN CONJUGAISON



Ulva lactuca

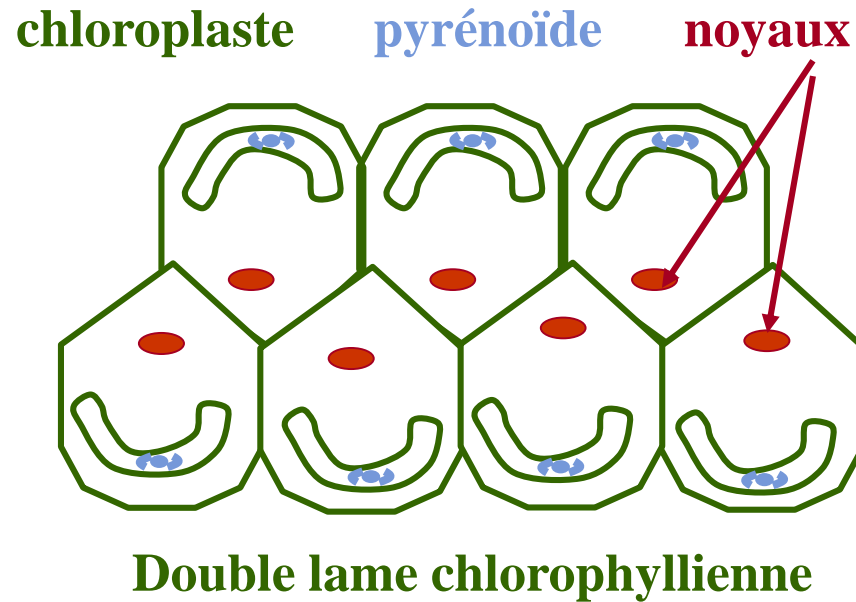


Thalle foliacé

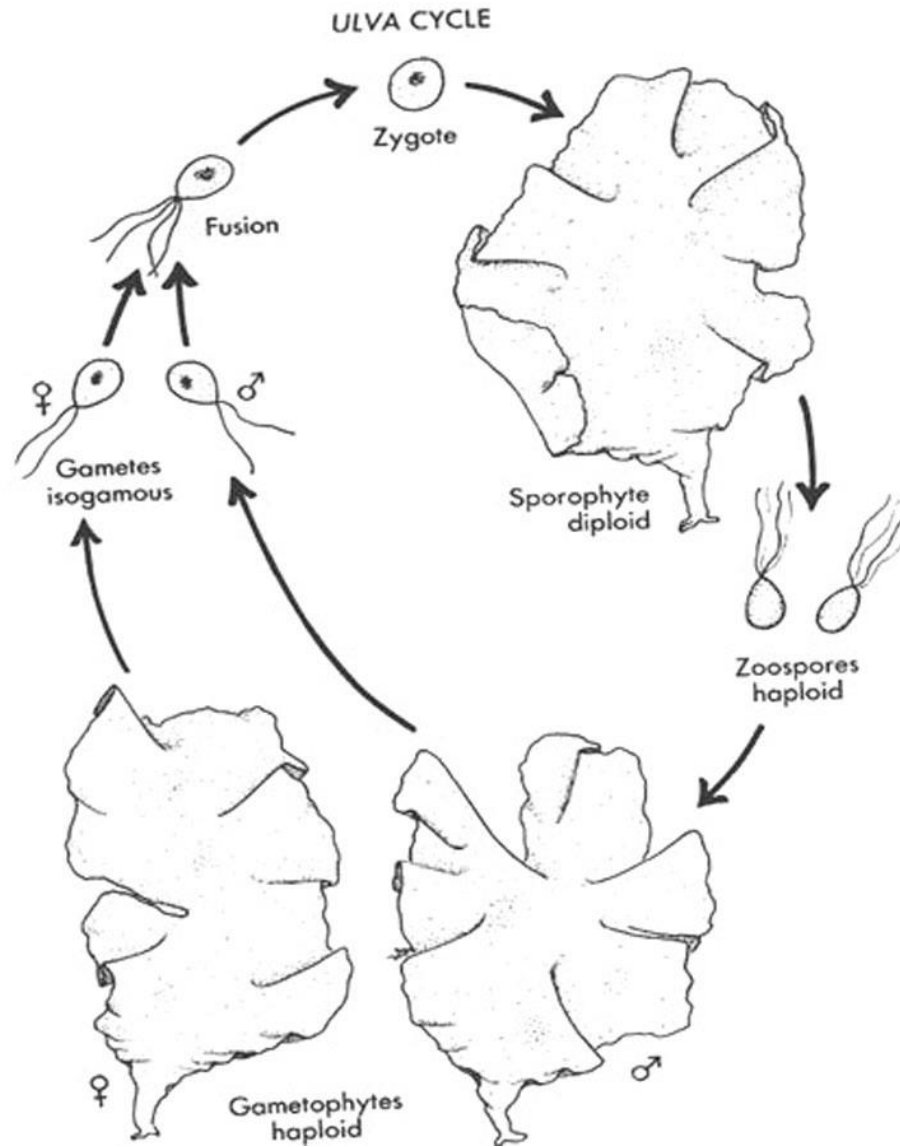


C'est une algue verte, autotrophe qui vit en mer en bordure des cotes rocheuse en méditerranée et qui est fixé au roché par un crampon. Le Thalle est lamellaire, vert. Si on fait une coupe dans le thalle, on se rend compte qu'il est fait de deux couches de cellules séparées par une gelé qui provient par l'hydrolyse de certains composants de la paroi, en particulier les composés pectiques (qui donne l'aspect gluant à l'algue)

THALLE ADULTE = LARGE LAME FORMÉE DE 2
ASSISES DE CELLULES



ULVA LACTUCA CYCLE DE VIE



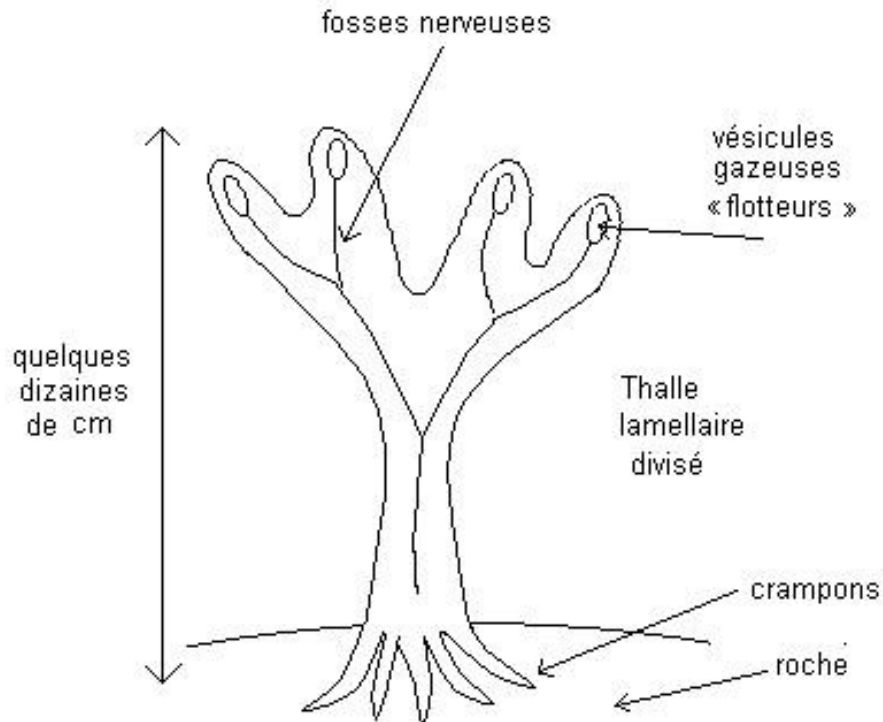
CHARA VULGARIS



Fucus

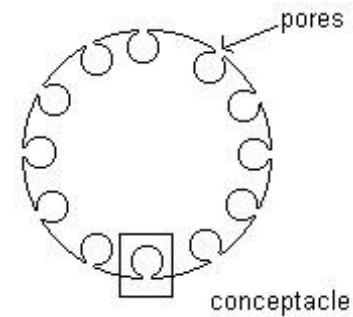
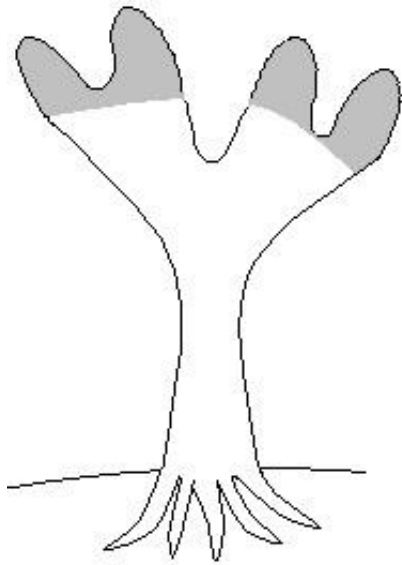
C'est une algue brune, marine, qui vit dans la zone de balancement des marées, fixée aux rochers. (zone entre marée haute et marée basse dans l'océan).

Le Thalle est brun, lamellaire et divisé fixé aux rochers par un crampon.



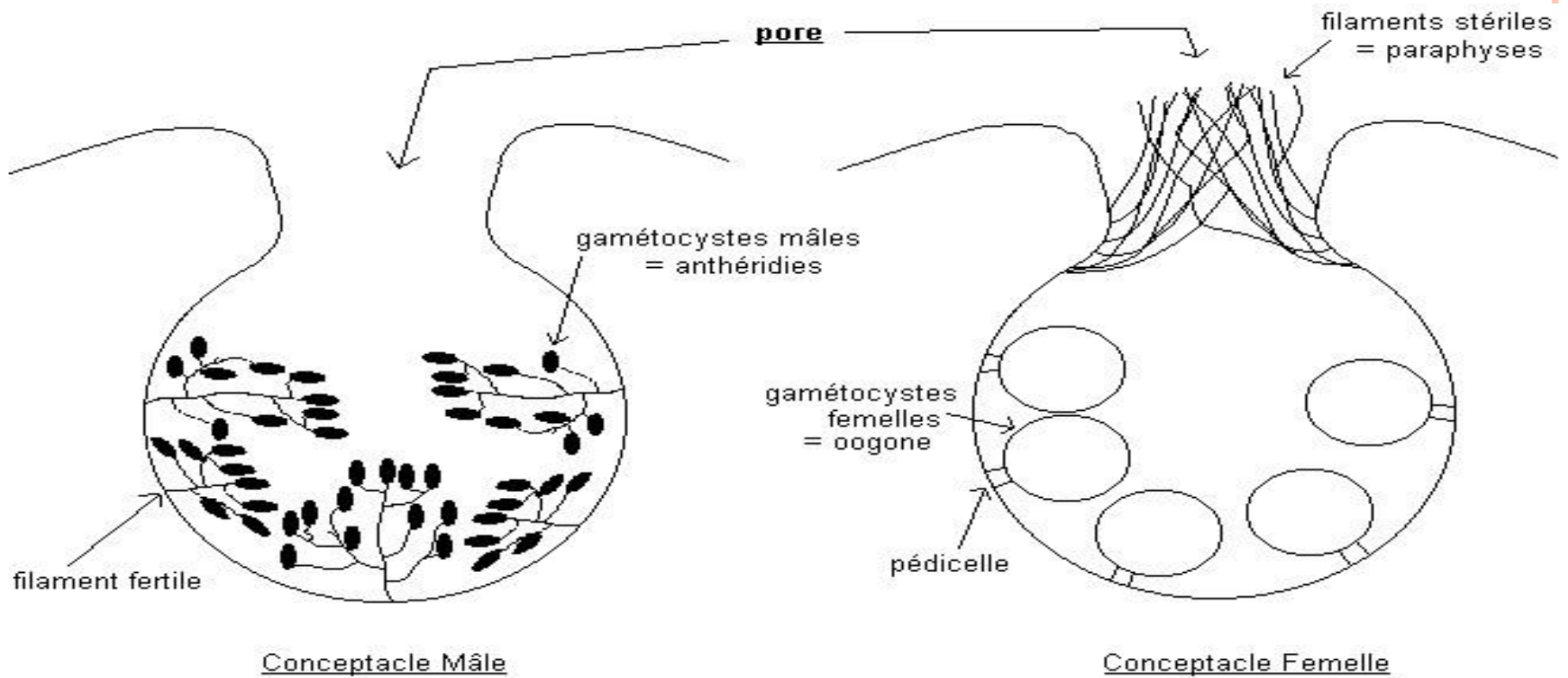
REPRODUCTION SEXUÉE DU FUCUS

- Il apparaît des renflements à l'extrémité du Thalle à structure granuleuse. Ces renflements sont des structures reproductrices. Ce qui leur donne l'aspect granuleux ce sont des pores.



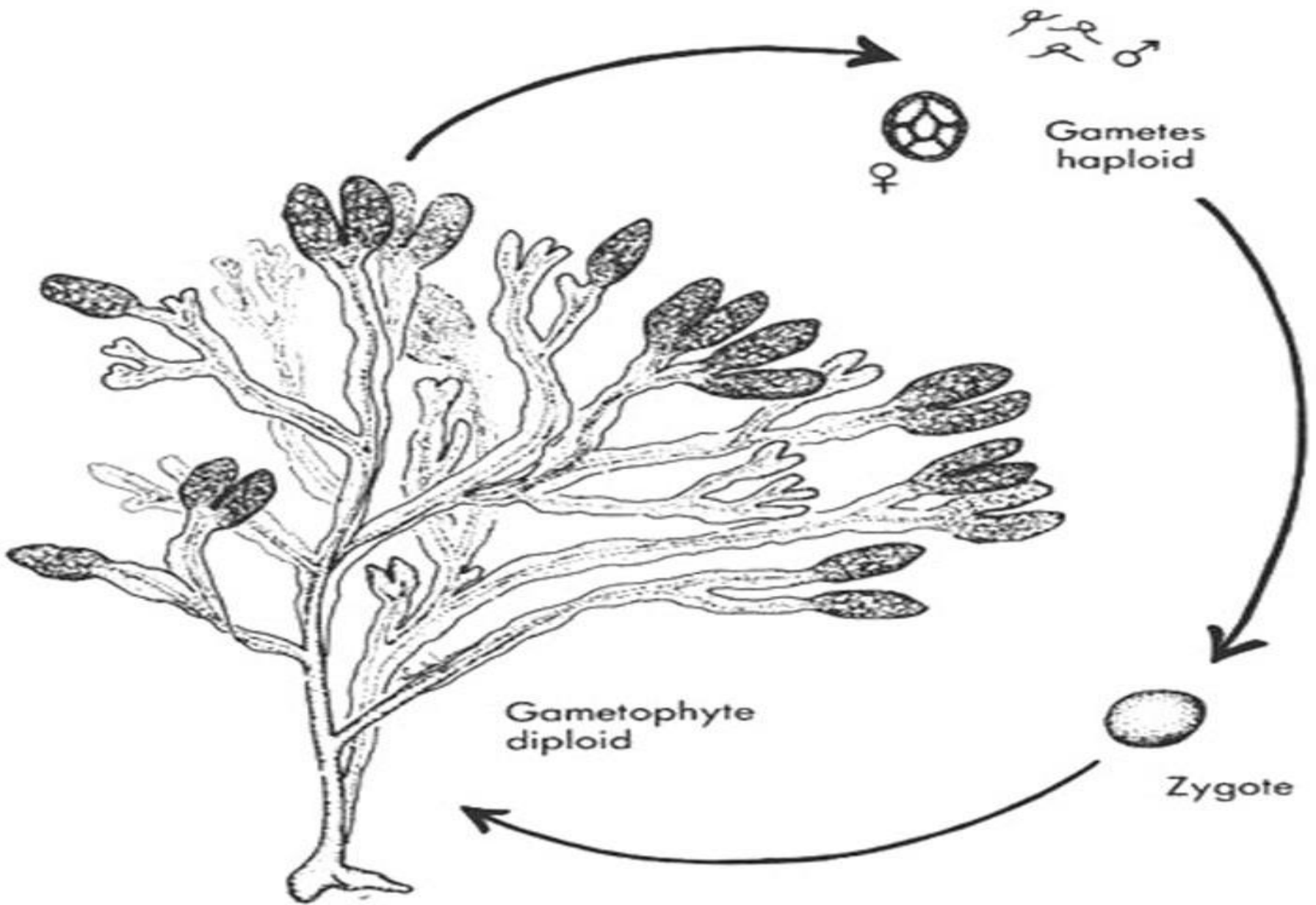
Coupe de l'extrémité du Thalle





A l'intérieur des conceptacles on trouve des gamétocystes. Par les pores, sortent les produits sexuels du fucus, qui sont rouge-orangé; les gamètes mâles et brun-vert; gamètes femelles. On parle d'espèce dioïque : il y a des pieds mâles et des pieds femelles. Les gamétocystes femelles sont beaucoup plus grosses et en moins grand nombre que les gamétocystes mâles.

FUCUS CYCLE



Diversité des modes de fécondation

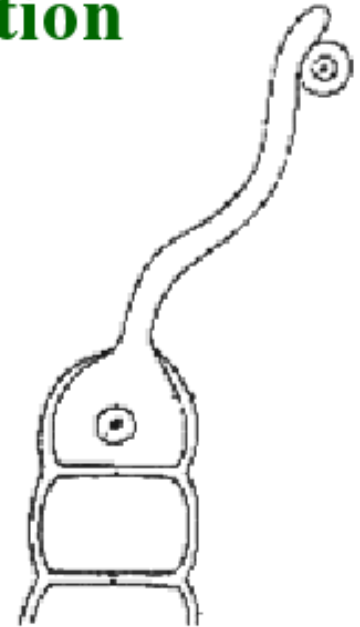
Trichogamie

le gamète femelle reste dans le gamétophyte, émet un poil :

le trichogyne

le gamète mâle sans flagelle (spermatie) se colle sur le trichogyne

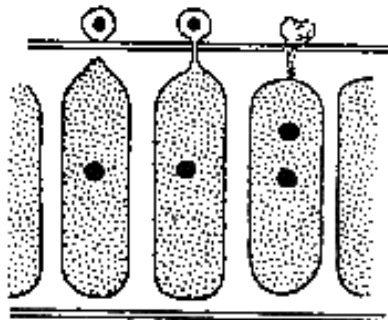
Ex : Les Rhodophytes



Aplanogamie

gamète femelle reste dans gamétophyte,

gamète mâle sans flagelle = spermatie. pas de chimiotactisme :
fécondation au hasard.



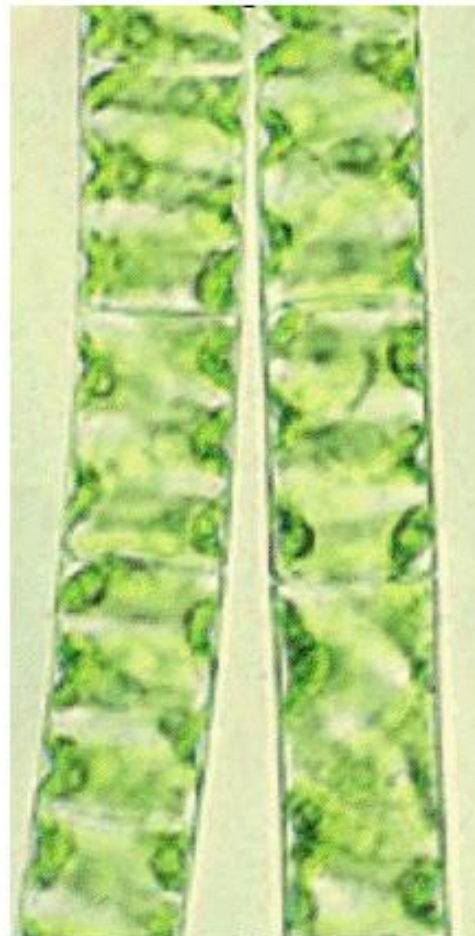
Il existe une papille sur gamète femelle pour faciliter la fécondation

Ex : Porphyra

Cycle monogénétique haplophasique

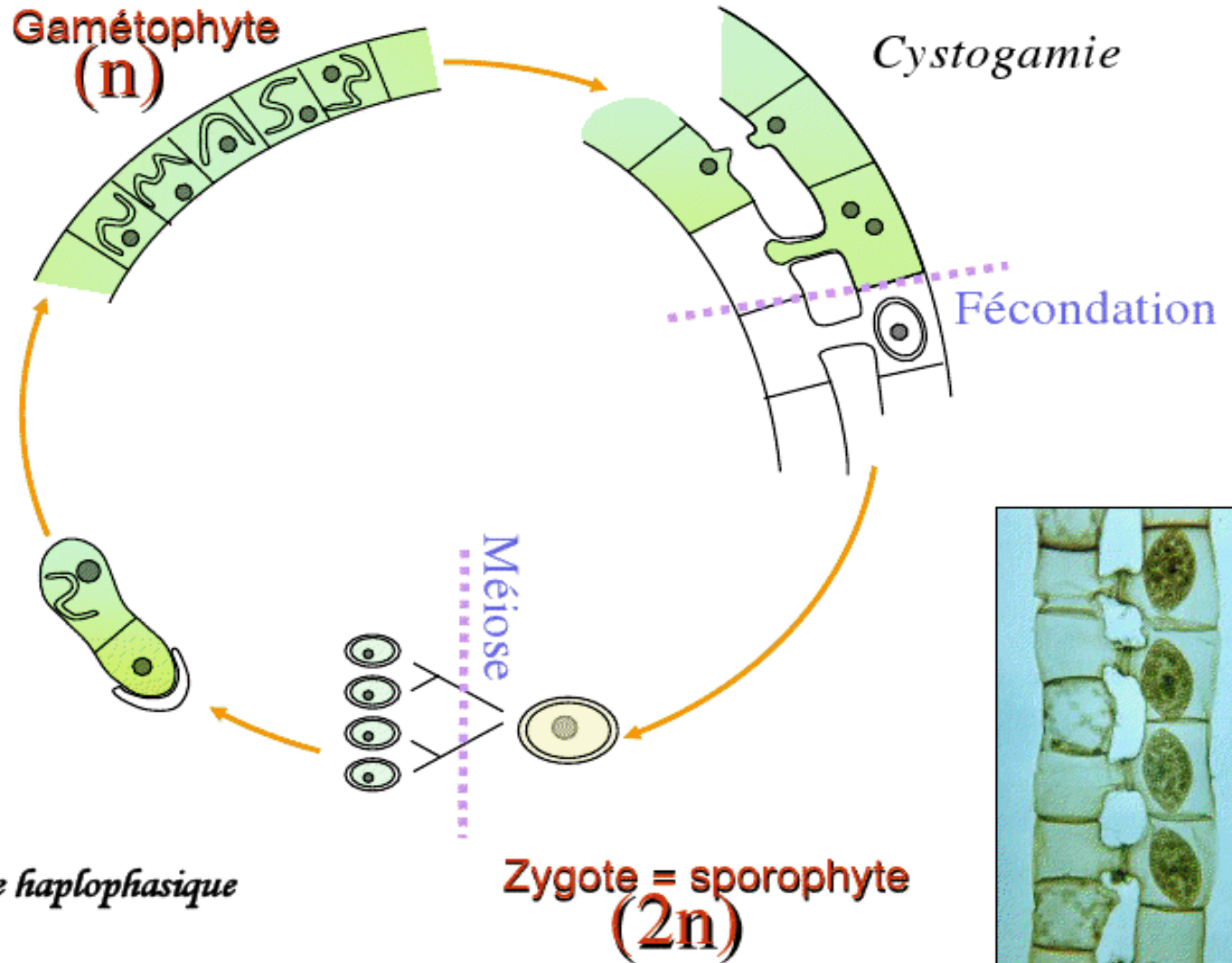
l'exemple de la spirogyre (Chlorophycée)

Algue Verte (Chlorophyte)

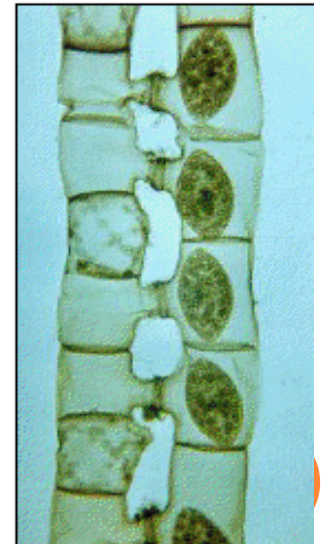


II. Multiplication des Algues - 2) Reproduction sexuée - b) Cycle monogénétique

Spirogyra



Cycle monogénétique haplophasique
Cystogamie



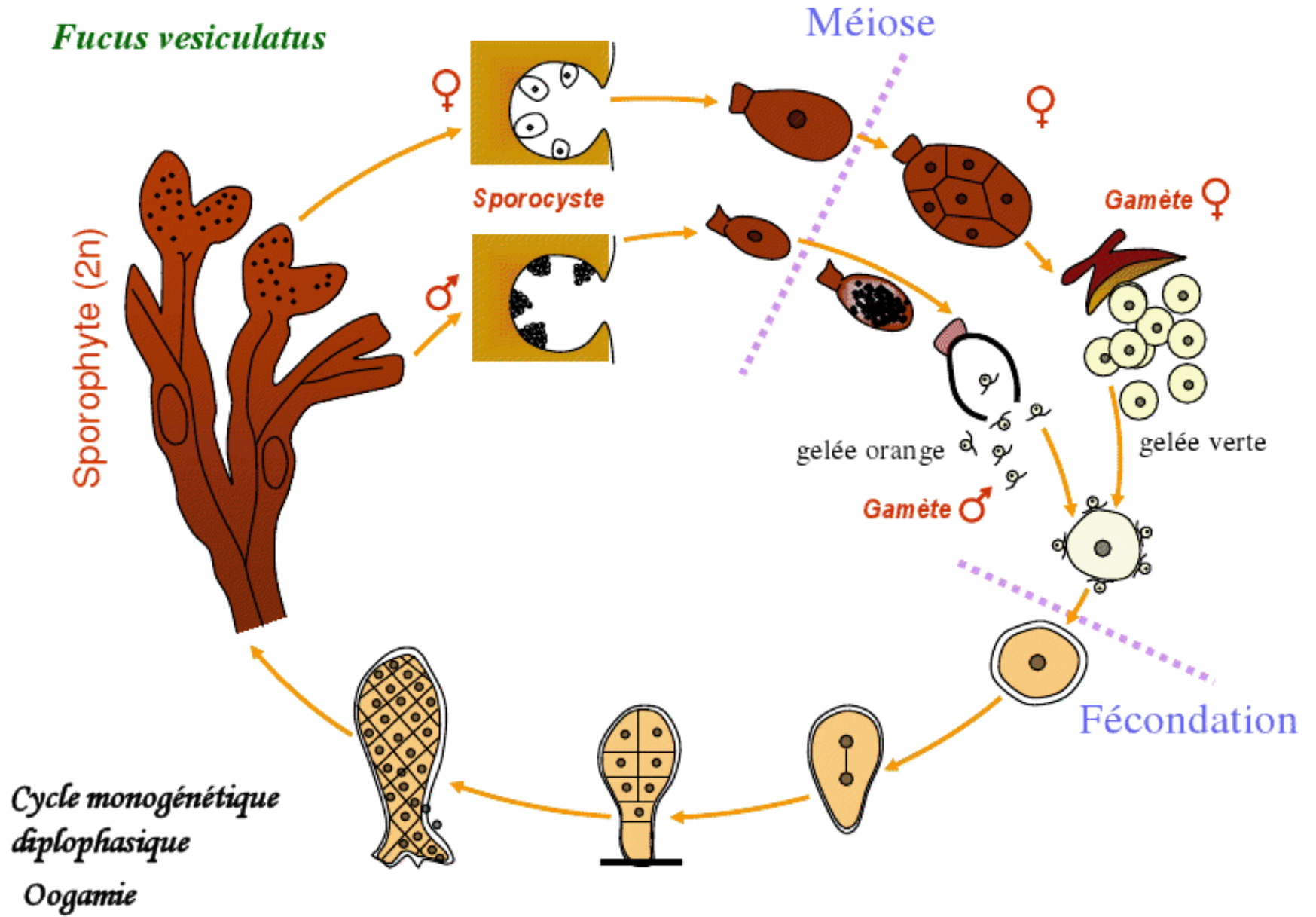
Cycle monogénétique diplophasique

l'exemple *Fucus vesiculatus* (Phéophycée)

Algue brune (Chromophyte)



II. Multiplication des Algues - 2) Reproduction sexuée - b) Cycle haplophasique



Cycle digénétique haplodiplophasique

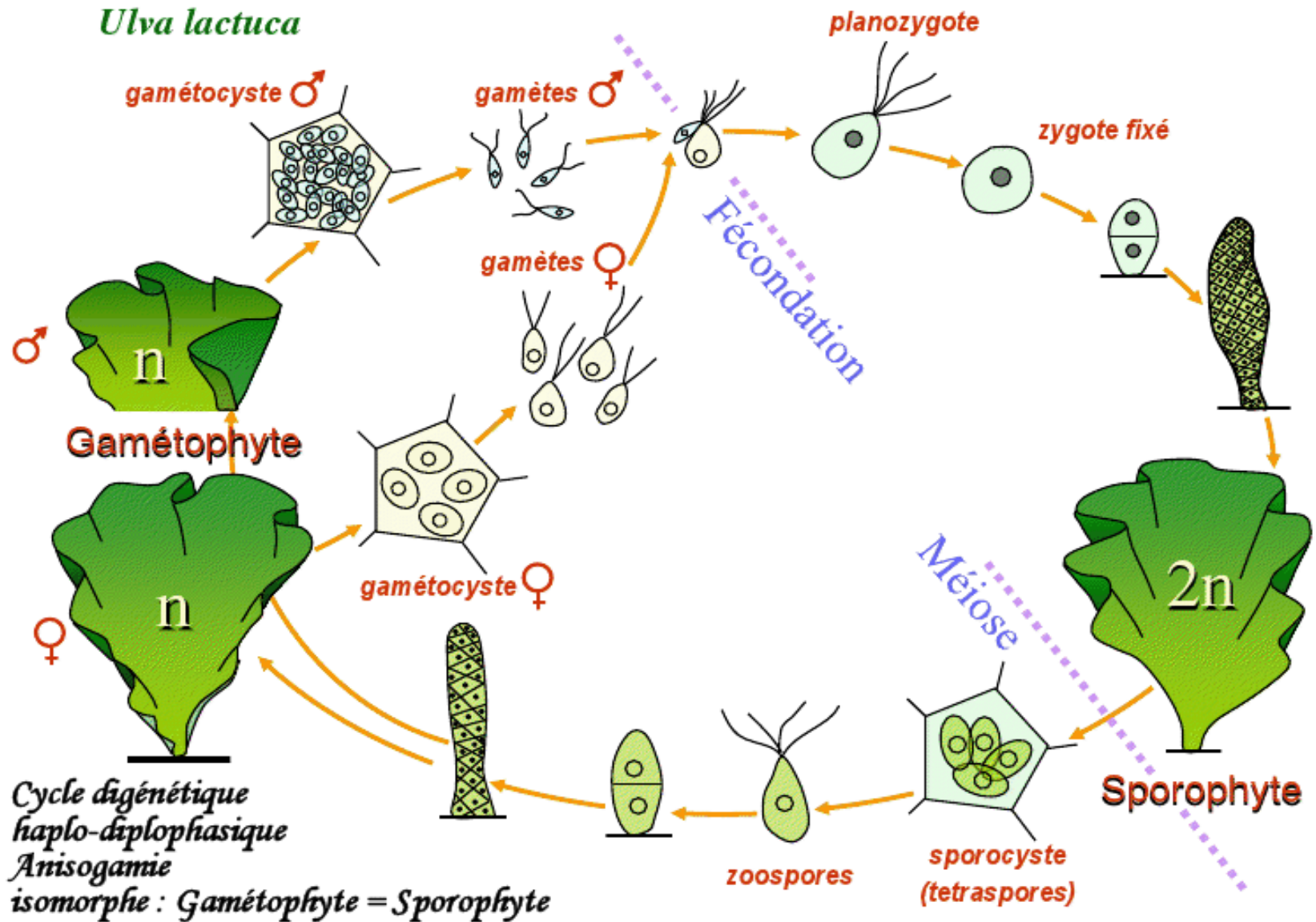
l'exemple *Ulva lactuca* (Chlorophycée)

Algue verte (Chlorophyte)

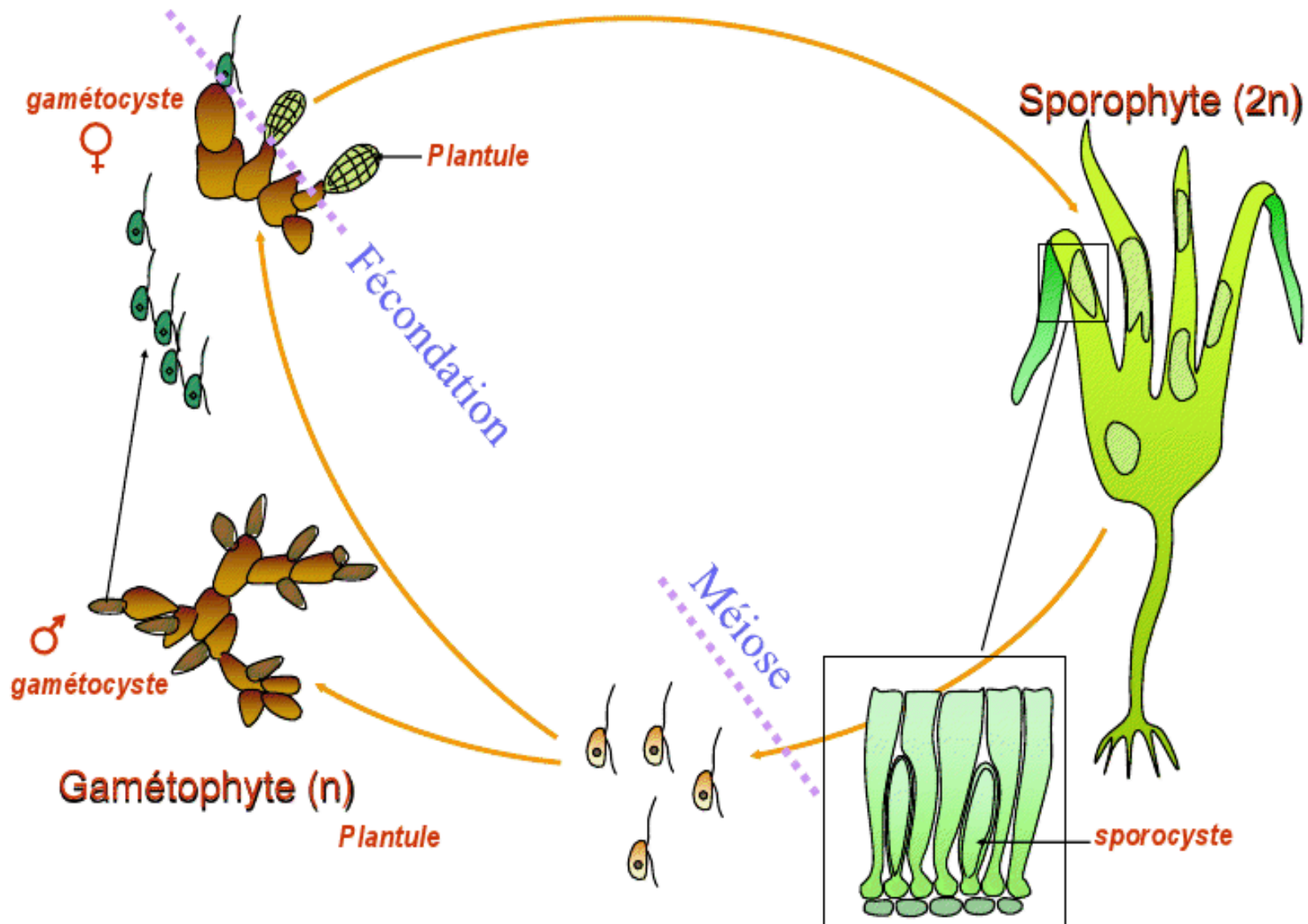
2 générations isomorphes



II. Multiplication des Algues - 2) Reproduction sexuée - c) Cycle digénétique



II. Multiplication des Algues - 2) Reproduction sexuée - c) Cycle digénétique



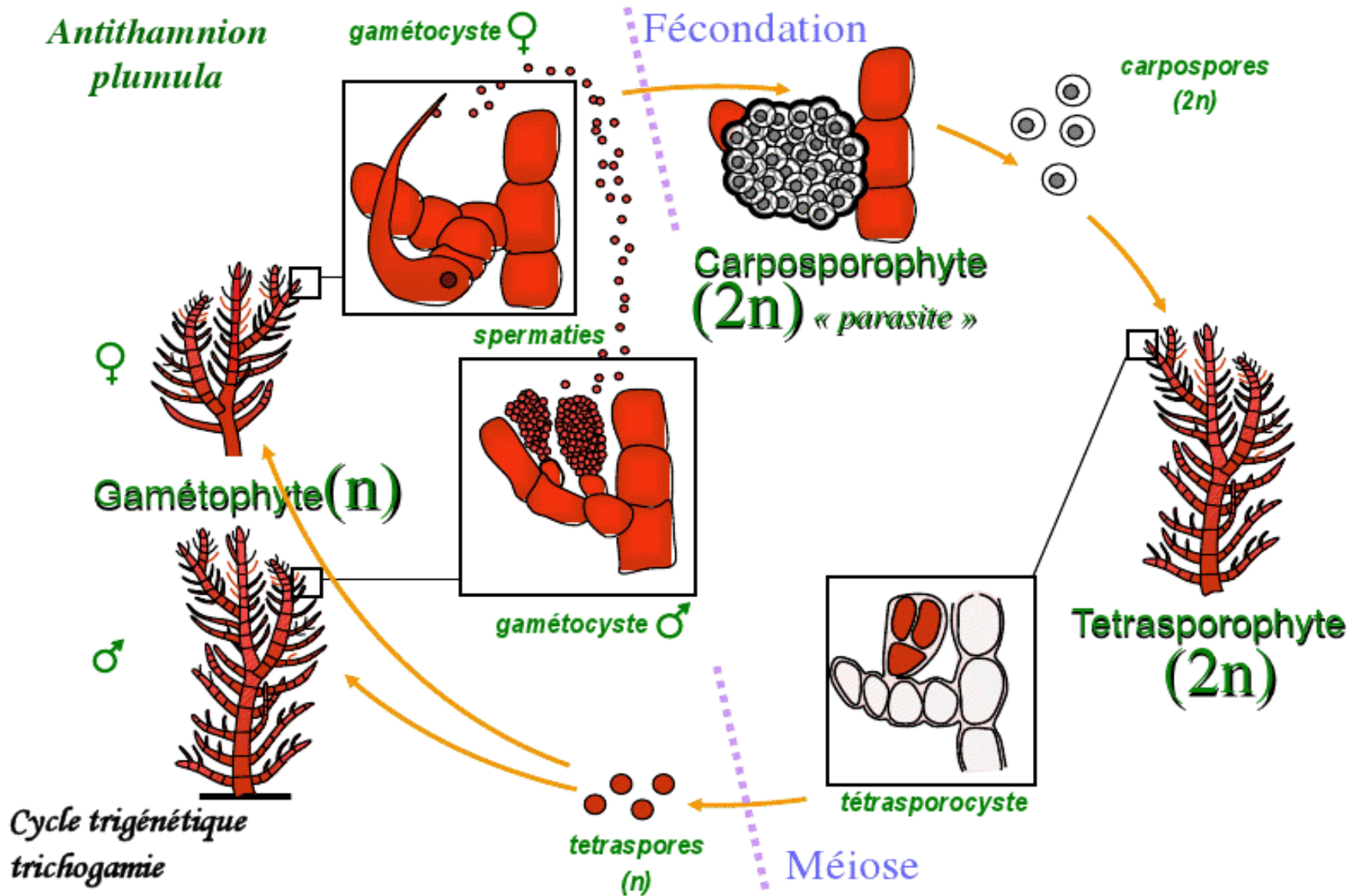
Cycle trigénétique

l'exemple de *Antithamnion plumula* (Rhodophycée)

Algue rouge (Rhodophyte)



I. Multiplication des Algues - 2) Reproduction sexuée - d) Cycle trigénétique



III. Les algues

I. Organisation de l'appareil végétatif

II. Multiplication des algues

III. Écologie des algues

- 1) Algues marines fixées
- 2) Algues marines non fixées
- 3) Algues d'eau douce
- 3) Algues aérophiles

III. Écologie des Algues

Grâce à leur diversité et leurs exigences écologiques variées,
Elle colonisent des milieux très divers :

En Mer	}	Fixées	Benthiques
En eau douce		Libres (dont Phytoplancton)	Pélagiques
Aériennes	}	Sols	
		Rochers, tronc d'arbres (bcp en région tropicale)	

Principales responsables de la production I^{aire}

=

1er chaînon des chaînes alimentaires

Facteurs influençant la répartition

- La lumière
- La température
- Le substrat
- Le mouvement de l'eau
- La composition de l'eau



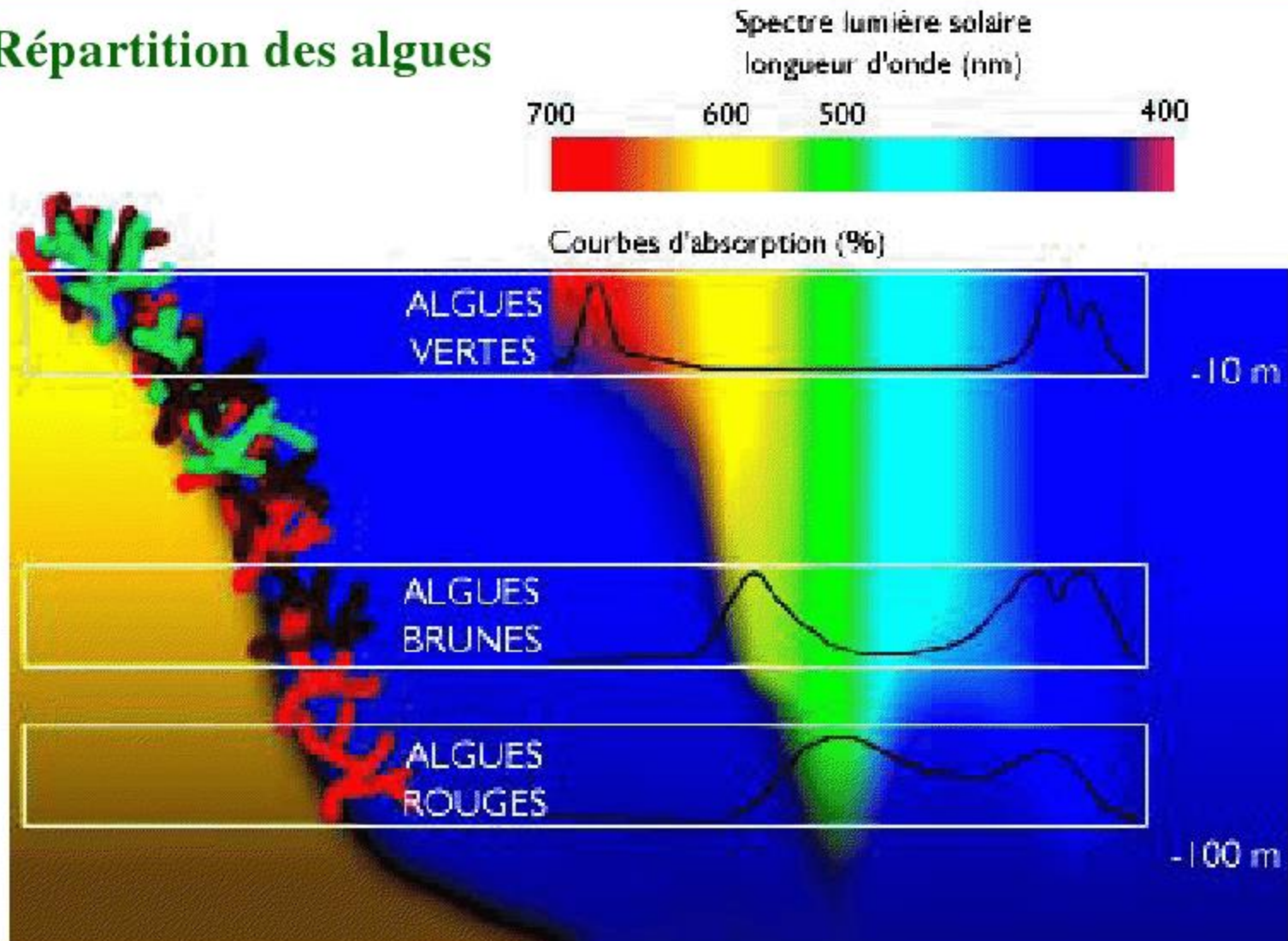
La lumière

Absorption des radiations lumineuses dans la mer **progressive et sélective**

- **Intensité lumineuse** diminue avec la profondeur selon une loi exponentielle décroissante
 - Dans eaux claires à 60 m de profondeur on n'a plus que 1% de l'éclairement de surface
 - Limite inf. de végétation : 100-150 m (200 m à l'extrême limite)
- **Composition spectrale** se modifie avec la profondeur.
 - Les radiations IR absorbées dès les 1^{er} cm
 - **-10 m** pratiquement plus de radiations rouges
 - **entre -75 et -100 m** pas ou peu de radiations bleues et vertes
(ou très faibles quantité)

III. Écologie des Algues - 1) Algues marines fixées - a) La lumière

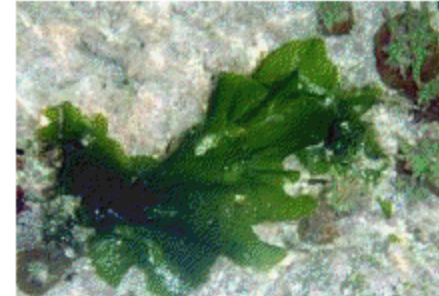
Répartition des algues



La lumière

répartition des algues :

• **Algues vertes** **Surface** Chlorophylles
(utilise rouge et bleu)



• **Algues brunes** **Milieu** Caroténoïdes
(entre bleu et vert)



• **Algues rouges** **Bas** Phycoérythrine
(vert et jaune)



La Température

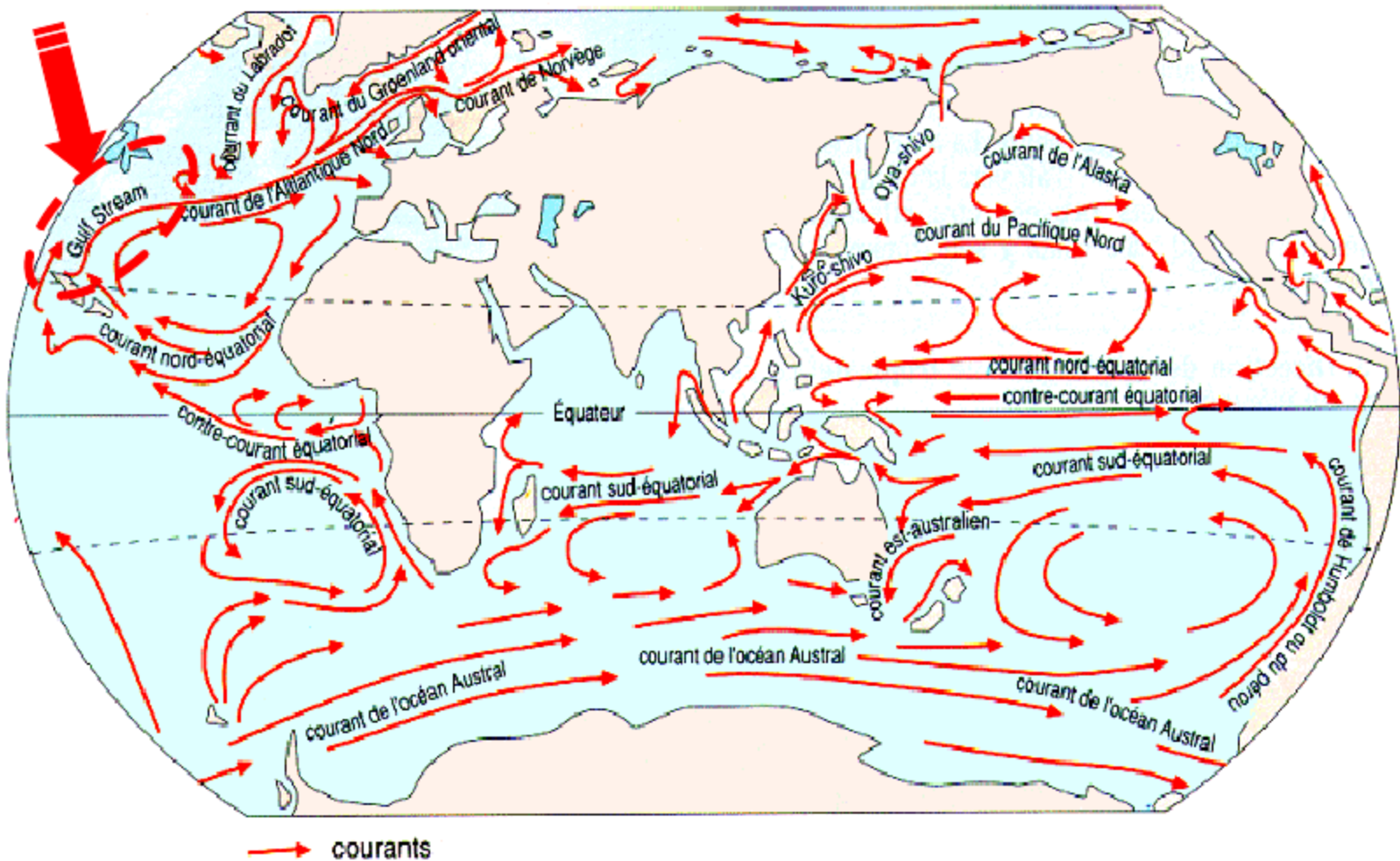
Importance de la latitude et des courants marins :

- **Courant froid** : courant de Humboldt le long des côtes Pacifique Sud-américaines
- **Courant chaud** : Gulf-stream
- Remontées d'eaux froides des profondeurs = **Upwelling**



III. Écologie des Algues - 1) Algues marines fixées - b) La température

La Température



Le substrat

- Nature physique, dureté, état lisse ou anfractueux de sa surface....

Exemples : roche compacte, vase fine, galet, gravier, sable...

- Chaque algue : une préférence +/- exclusive pour tel ou tel substrat
- On observe + d'algues sur cotes rocheuses



support solide et turbidité de l'eau plus faible



Le mouvement de l'eau

- Intensité variable

Exemple: différence entre côte battues et anse abritées

- Emersion

- Zone de balancement des marées **Zone intertidale**

- Si l'émersion est nécessaire

↳ présence limitée vers les profondeurs

La composition de l'eau

- **Salinité**

- Si variation de la salinité létale

Algues sténohalines

- Si variation de la salinité acceptée

Algues euryhalines

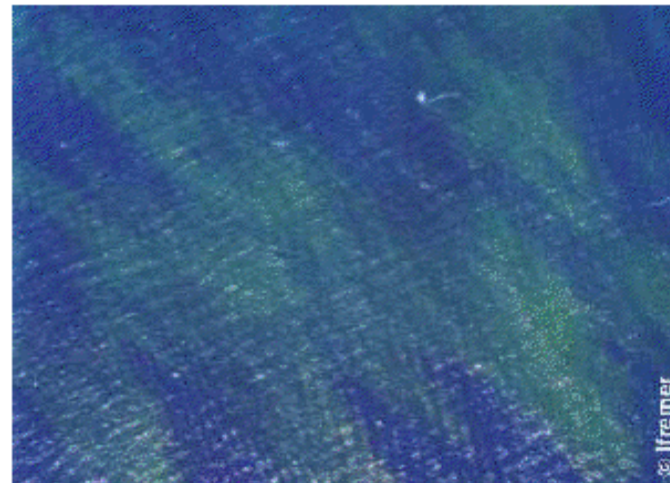
III. Écologie des Algues - 2) Algues marines non fixées (Biocénose pélagique)

Le phytoplancton

Plancton

organismes vivants, de petites tailles, flottant dans l'eau

Une grande partie du plancton est constitué par des **algues unicellulaires**



Le phytoplancton

- Répartition selon des catégories dimensionnelles

Les algues = **phytoplancton**, appartiennent aux plus petites catégories

- **Microplancton** 50-500 μm (*Diatomées, Dinophycées*)
- **Nanoplancton** -50 μm (*petites Diatomées, nombreuses Chrysophycées, Cryptophycées*)
- **Ultrapancton** 0.5-50 μm (*Chrysophycées de petites tailles*)



Le phytoplancton

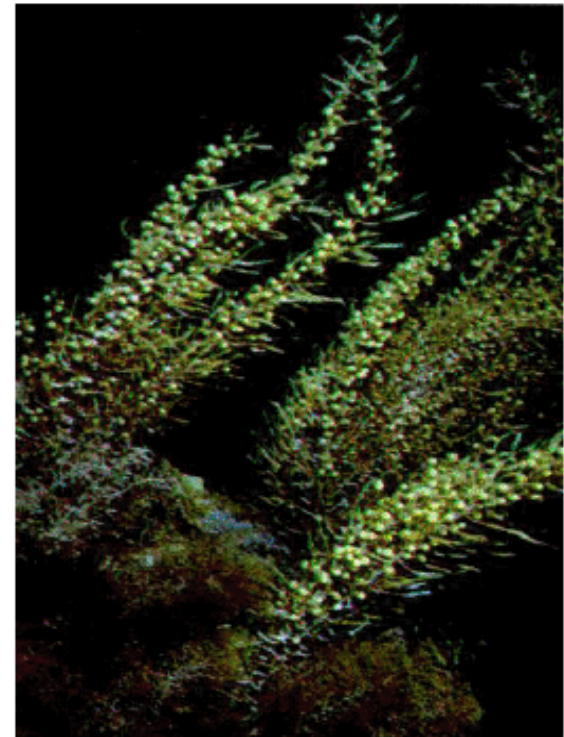
- L'abondance du phytoplancton est fonction de la Température de l'eau et de sa richesse en sels nutritifs (phosphate et nitrate en particulier)
- Près des côtes : **Phytoplancton néritique**
 - + riche et + varié que phytoplancton océanique du large
 - apport par les fleuves d'éléments nutritifs
- régions où Upwelling : riches en phytoplancton
 - remontée d'eaux profondes riches en sels minéraux.



Les grandes algues non fixées

Exemple : les Sargasses, Algues brunes

- Abondantes dans Atlantique Nord tropical entre les Açores et les Antilles **mer des Sargasses**
- Les sargasses : touffes volumineuses >1 m de diamètre, maintenues en surface par des flotteurs plein de gaz = **aérocystes**
- Multiplication végétative par fragmentation des touffes - jamais de reproduction sexuée.



Les algues d'eaux douces

Milieux dulçaquicoles

intervention des même facteur écologiques que ceux vu pour milieux marins

On distingue { organismes *benthiques*
organismes *planctoniques*

eau de mer: La proportion relative des différents sels dissous est relativement constante, seule la concentration totale varie

eau douce: peu minéralisée en général, grande variabilité dans la nature des sels dissous.

Eaux stagnantes

- **Flore planctonique** **Héloplancton**

- nombreuses algues unicellulaires ou coloniales (*Diatomées, Volvocales...*)
- Cet héloplancton va varier selon le pH de l'eau et les teneurs en calcaire

- **Algues benthiques** (*Charophycées, chlorophycées filamenteuses...*)

- En surface on trouve
des espèces **eurythermes** qui supportent des T° élevées
- Dans les points d'eau temporaire (mares peu profondes) desséchés en été : algues adaptées à ce milieu
 - Production d'**oospores** à paroi épaisse et résistantes à la dessiccation
 - Germination quand le point d'eau se remplit à nouveau (hiver suivant)

Eaux courantes

- Phytoplancton des cours d'eau **Potamoplancton**
(*Diatomées, Chlorophycées* unicellulaires ou coloniales)
- Dans les eaux à courants lents : *Rhodophycées*



Eaux thermales

- Les Cyanobactéries peuvent vivre à des $T > 80^{\circ}\text{C}$
- On ne trouve pas d'algues à partir de $T > 50^{\circ}\text{C}$
(*Chlorophycées unicellulaire, Diatomées*)
- **Les algues sont plus thermotolérantes que thermophiles**



III. Écologie des Algues- 2) Algues aérophiles

Algues aérophiles

- Nombreux substrats aériens peuplés par les algues :
- **Sols humides**
 - tapis d'algues filamenteuses (ex : *Zygnema*) ou siphonnées (ex : *Vaucheria*)
- **Sols + secs (voir arides)**
 - présence d'algues jusqu'à une certaine profondeur, entre particules minérales (algues unicellulaires variées)
- **Rochers, troncs d'arbre, même sur les feuilles...**
 - c'est le cas des **Trentépothiales** qui abondent dans les régions tropicales où le degré hygrométrique de l'air est élevé.



Algues aérophiles

- Certaines algues ne vivent qu'à des T°, proches de 0°C, sur glacier ou névé dans régions polaires des hautes montagnes

- Par leur abondance

coloration de la neige en rouge, vert ou brun

(ex : *Volvocales*, *Chlorococcales*, et plus rarement *Diatomées*)

- On parle d'algues **Cryophiles** (**Cryoplancton**)



Classification des Algues

Embranchement	Classes/ famille	Genre	
Cyanobactéria	Cyanophyceae Algue bleue	Nostoc Chroococcus Oscillatoria	
Glaucophyta	Glaucophytes, Glaucophyceae, (Petits flagellés d'eau douce)	Cyanophora	L i g n é e v e r t e
Rhodophyta	Floridophyceae Algue rouge	Gelidium Asparagopsis Nemalion	
Chlorophyta	Ulvophyceae Chlorophyceae Algues vertes	Ulva Cladophora Clamydomonas Scenedesmus	
Streptophyta	Zegnematophyceae Charophyta	Spirogyra Zostera	

Haptophyta (aptonème est un appendice en forme de flagelle fin +/-log situé entre 2flagelle)	Haptophyte Pavlovophyceae Algue unicellulaire flagellées	Pavolva	} lignée brune
Ochrophyta Plaste à 4 membrane)	Diatomophyceae Phaeophyceae Algue brune	Navicula Fucus Cystoseira	
Dinophyta (le noyau est particulier dinocaryon)	Dinophyceae Unicellulaire biflagellés	Goniolax	
Euglenozoa	Euglenophyceae Unicellulaire biflagellés	Euglena	
Cryptophyta	Cryptophytes Chlorarachiophycea e	Cryptomonas	



Chapitres II: Les champignons



II. Les Champignons

- Les champignons ne sont plus placés parmi les végétaux

Ils constituent un règne autonome : **Le règne fongique**

Rappel des principaux groupes

- Les Myxomycètes
 - Les champignons inférieurs
 - Les Zygomycètes
 - Les champignons supérieurs
- Les Chytridiomycètes
 - Les Oomycètes
 - Les Ascomycètes
 - Les Basidiomycètes

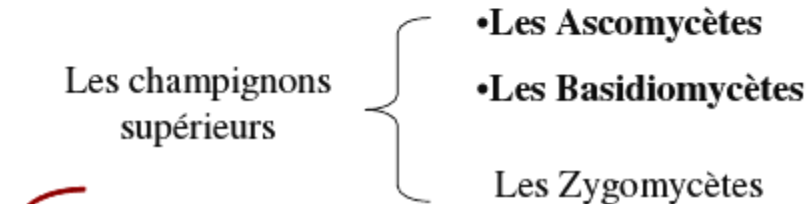


II. Les Champignons

- 2 hypothèses pour l'origine des Mycophytes :

1^{ère} hypothèse :

Ils dériveraient tous d'**algues eucaryotes** ayant perdu leur plastes et leur complexes pigmentaires



apparentés **aux algues rouges** (Rodophytes)



apparentés à certains groupes alliés **aux algues brunes** (Chromophytes)

L'origine serait **multiple**

les champignons seraient **un groupe polyphylétique**



II. Les Champignons

- 2 hypothèses pour l'origine des Mycophytes :

2^{ème} hypothèse :

Ils dériveraient tous (des plus complexes au plus simples) **d'un ancêtre commun :**

Un protiste indifférencié parmi les **cellules eucaryotes**

les champignons seraient un groupe monophylétique

Un règne distinct du règne animal et végétal



II. Les Champignons

I. Organisation de l'appareil végétatif

1) Cytologie et Biochimie

2) Organisation du thalle

III. Mode de nutrition des champignons



I. Organisation de l'appareil végétatif - 1) Cytologie et biochimie

Paroi : composée de callose, d'hémicellulose, et de **chitine**
composition différente en fonction de la classe

noyau : 1 de petite taille (éventuellement 2 : **dicaryon**)

vacuole : elle est centrale, repoussant le cytoplasme en périphérie

réserves : de nature diverse mais le plus souvent :

- **glycogène**
- inclusions lipidiques dans le cytoplasme



I. Organisation de l'appareil végétatif - 2) Organisation du thalle

Le Thalle des champignons

Il peut prendre différentes formes :

- **thalle plasmodiale** (*myxomycètes*)
- **thalle unicellulaire** (ex : levures)
- **thalle pluricellulaire filamenteux** (les autres)

Plamode masse cytoplasmique molle, déformable sans paroi squelettique et multinuclée

Thalle Un enchevêtrement de nombreux filaments très fins et ramifiés



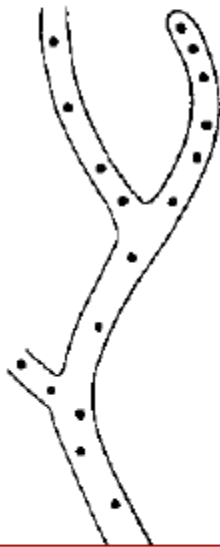
Le mycélium



Thalle filamenteux

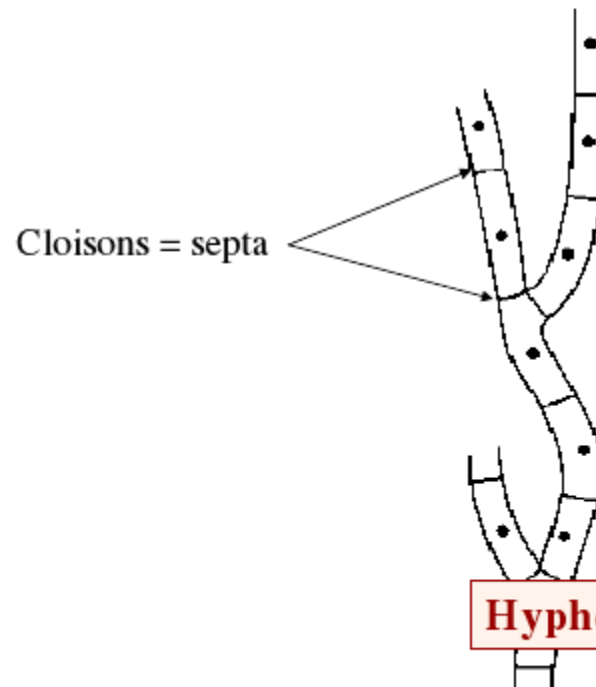
Il existe 2 types de filaments

Filaments non cloisonnés



Siphon (ou Coenocyte)

Filaments cloisonnés



Hyphe



I. Organisation de l'appareil végétatif - 2) Organisation du thalle - a) thalle filamenteux

Thalle filamenteux

Donc, 2 types de champignons avec :

Filaments non cloisonnés

Siphon

Les Siphomycètes

Chytridiomycètes, Oomycètes et Zygomycètes

Filaments cloisonnés

Hyphe

Les Septomycètes

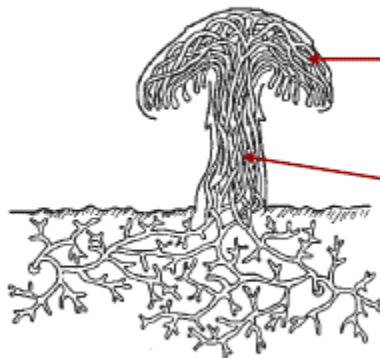
Ascomycètes et Basidiomycètes

Champignons supérieurs



Thalle filamenteux

- Les filaments peuvent s'associer entre eux pour former des **pseudotissus** :
- Ces **plectenchymes** peuvent prendre différents aspects : **plectenchymes**
 - Massifs +/- compacts (« coussinets » ou « stroma »)
 - Gros cordons ramifiés (« rhizomorphe »)
 - Aspect de tubercule (« sclérote »)
- Chez certains *Basidiomycètes*, au moment de la reproduction sexuée, le mycélium s'organise en **Carpophore** (pied et chapeau)



chapeau

pied



Croissance du mycélium

- Les champignons sont **hétérotrophes**
- Le mode de croissance dépend :

de la nature et de l'exploitation du substrat



Le champignon rayonne autour de la semence



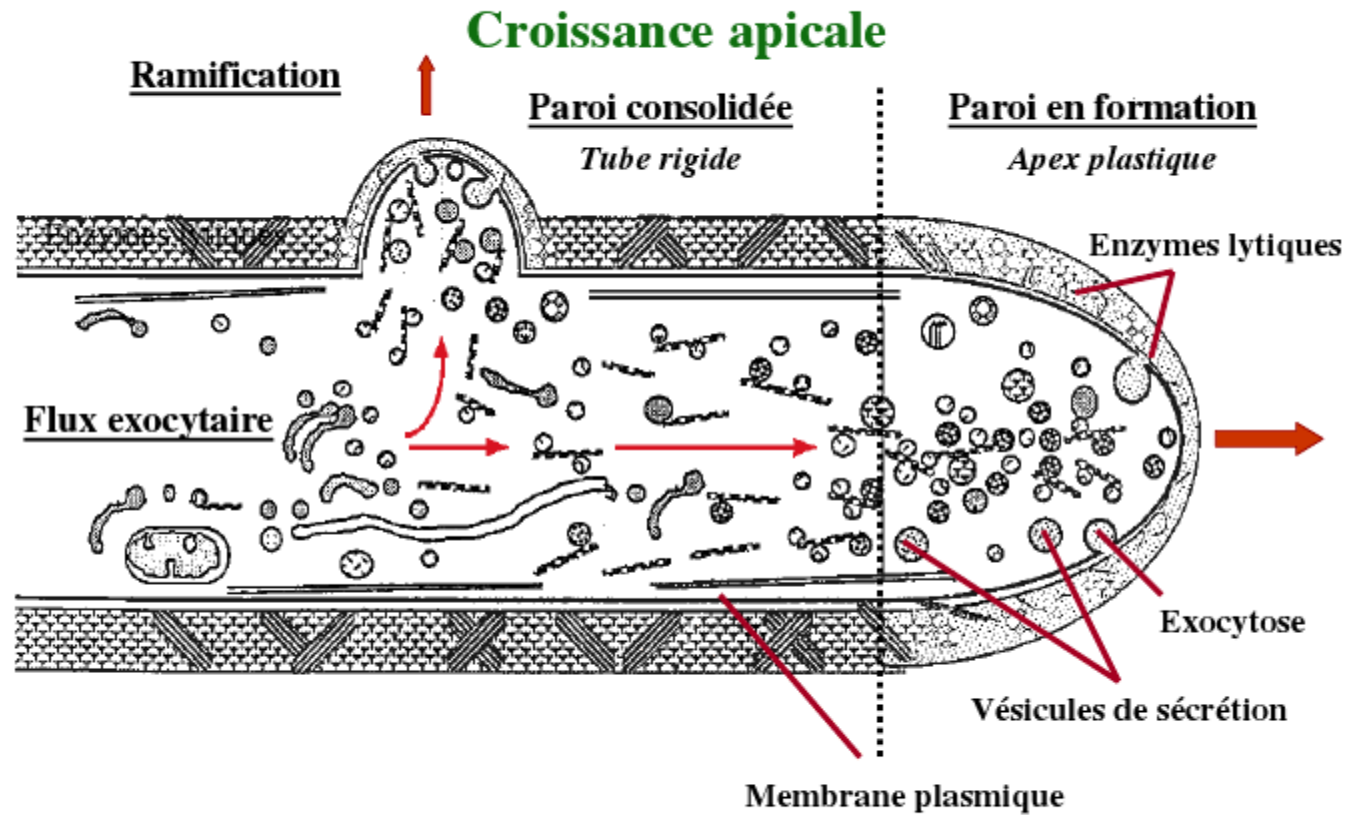
formation d'un thalle +/- circulaire



Croissance apicale



I. Organisation de l'appareil végétatif 2) Organisation du thalle b) croissance du mycélium



Croissance apicale

• Élongation du filament

flux cytoplasmique orienté de vésicules sécrétrices

- Vésicules avec précurseurs de la paroi
- Exocytose : les précurseurs se déversent à l'extérieur

Intense activité métabolique de sécrétion

- Extension de la mb. plasmique et de la paroi
- Paroi + fine à l'extrémité du filament
- Formation d'un dôme apical qui se distend puis se rigidifie
- Pas de croissance en largeur, maintien du cytoplasme

} **Structure
« tubulaire »**

- **Ramification par** { dichotomie (apex)
ou
bourgeoisement (filaments latéraux)



Exploitation des ressources

- **Extraction, transport des nutriments**

Substrat non directement métabolisable



Exploitation trophique du milieu par :

- **Secrétions d'enzymes lytiques au niveau de la zone apicale**
- **Absorption de petites molécules organiques**

***ex* :dégradation de la cellulose et de la lignine des feuilles, réabsorption du tout et transport par convection dans le cytoplasme.**



Exploitation des ressources



- Il existe des échanges de nutriments entre les différentes parties du champignon



permet au champignon de grandir même sur milieu pauvre

- Il existe des stratégies de conquêtes
- regroupement des Hyphes exploratoires → Rhizomorphe à croissance rapide
- dans zone frontalière : accumulation de réserves sous formes de sclérotés, parfois entourés de cellules dures



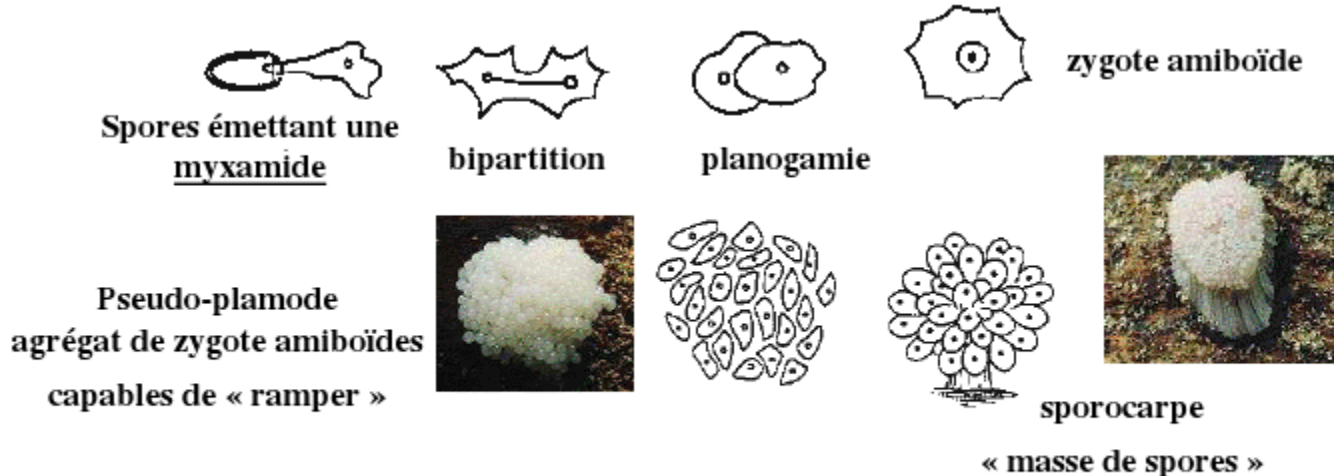
propagation des sclérotés par le vent → Colonisation d'autres milieux riches



Exemples des slime moulds (Myxomycètes)

- Saprophytes (humus, bois en décomposition)
- Possibilité de prédation par phagocytose de bactéries
- Le thalle des myxomycètes = une structure **coenocytique**

PLASMODE masse cytoplasmique molle, déformable, dépourvue de paroi squelettique pectocellulosique (comme chez les végétaux) et multinucléées



Dictyostelium

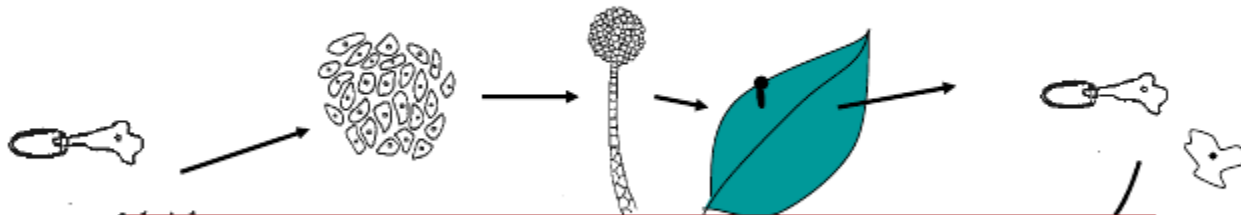
En fonction de la disponibilité des ressources : 2 phases

Phase 1 : beaucoup de ressources

amibes indépendants , grossissent, se divisent (multiplication végétative)

Phase 2 : diminution des ressources

- Rassemblement autour d'1 amibe = point de ralliement / émet AMP = **Chimiotactisme**. Amplification du signal par les autres amibes.
- Cohésion entres amibes, production de molécules d'adhésion/ déplacement
- Quand substrat épuisé, fixation de la « limace »
- changement de forme et fructification (pas de forme de reproduction)



Possibilité de fusion d'amibes = forme de résistance



II. Les Champignons

I. Organisation de l'appareil végétatif

II. Multiplication des champignons

III. 1) Multiplication avec conservation du génome
Mode de nutrition des champignons

2) Reproduction sexuée



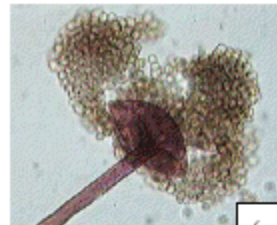
Multiplication végétative

- Différents types :
- Fragmentation du mycélium (sclérote)
 - Production de stolons (ex : Mucorales, *Mucor*)
 - Production de spores directes :

- **Endospores** : produites à l'intérieur du sporocyste

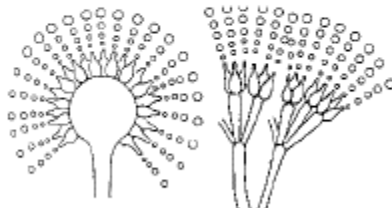


(ex : *Mucor*)

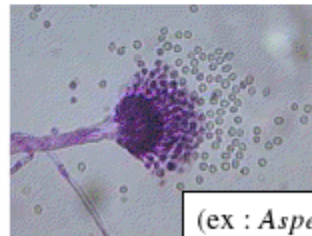


(ex : *Mucor*)

- **Exospores** : générées en continu à l'extrémité des filaments spécialisés



(ex : *Aspergillus* et *Penicillium*)



(ex : *Aspergillus*)



Multiplication végétative

Mode de reproduction asexuée qui assure:

- 1 production de spores en grandes quantité
- une grande capacités de prolifération

La spore :

- 1 forme de résistance aux conditions défavorables du milieu



Reproduction sexuée

- Les trois types de cycles existent chez les champignons :

monogénétique haplophasique →

*Chitridiomycètes, Oomycètes et
Zygomycètes*

digénétique —————→

Tous sauf Ascomycètes

trigénétique —————→

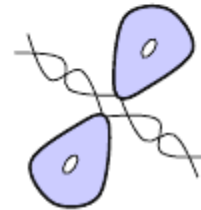
Ascomycètes et certains Basidiomycètes



Les différents modes de fécondation

Fécondation Isogamie : union de deux gamètes haploïdes (n) \longrightarrow un zygote diploïde ($2n$)

fécondation mettant en présence 2 gamètes morphologiquement et physiologiquement identiques



exemple : les levures

2 types de levures : a et α

gènes « $\alpha 1$ » : protéine \longrightarrow réprime production de récepteur de type α sur membran
production de protéine α

gènes « $\alpha 2$ » : protéine \longrightarrow active production de récepteur de type a sur membrane
répresseur de production de protéine a

gènes « $a 1$ » et « $a 2$ » : processus symétrique



II. Multiplication des champignons 2) Reproduction sexuée b) Les modes de fécondation

Les différents modes de fécondation

exemple : les levures

2 types de levures : a et α

		Protéines	récepteurs
Gamètes α	$\alpha 1$	α	α
	$\alpha 2$	a	a
Gamètes a	a1	a	a
	a2	α	α

La reproduction sexuée implique

{
synthèse de facteurs
sortie des facteurs
reconnaissance intercellulaire
échanges génétiques

Importance et complexité des mécanismes de reconnaissance pour assurer échanges et brassages génétiques

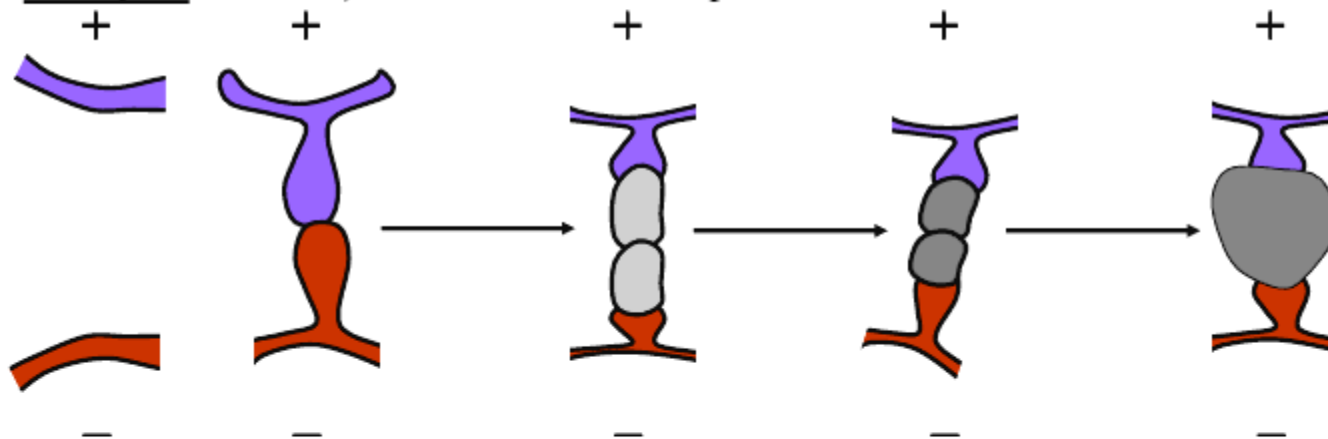


Les différents modes de fécondation

Cystogamie

fécondation par **fusion simultanée** de la totalité des contenus des 2 gamétocystes complémentaires

exemple : *Mucor*, moisissure blanche du pain



quand retour à conditions favorables : germination et développement d'un sporocyste
résistance aux conditions défavorables du milieu
meiose et spores méiotiques → dissémination → nouveau mycélium haploïde



La Cystogamie

- remarque :

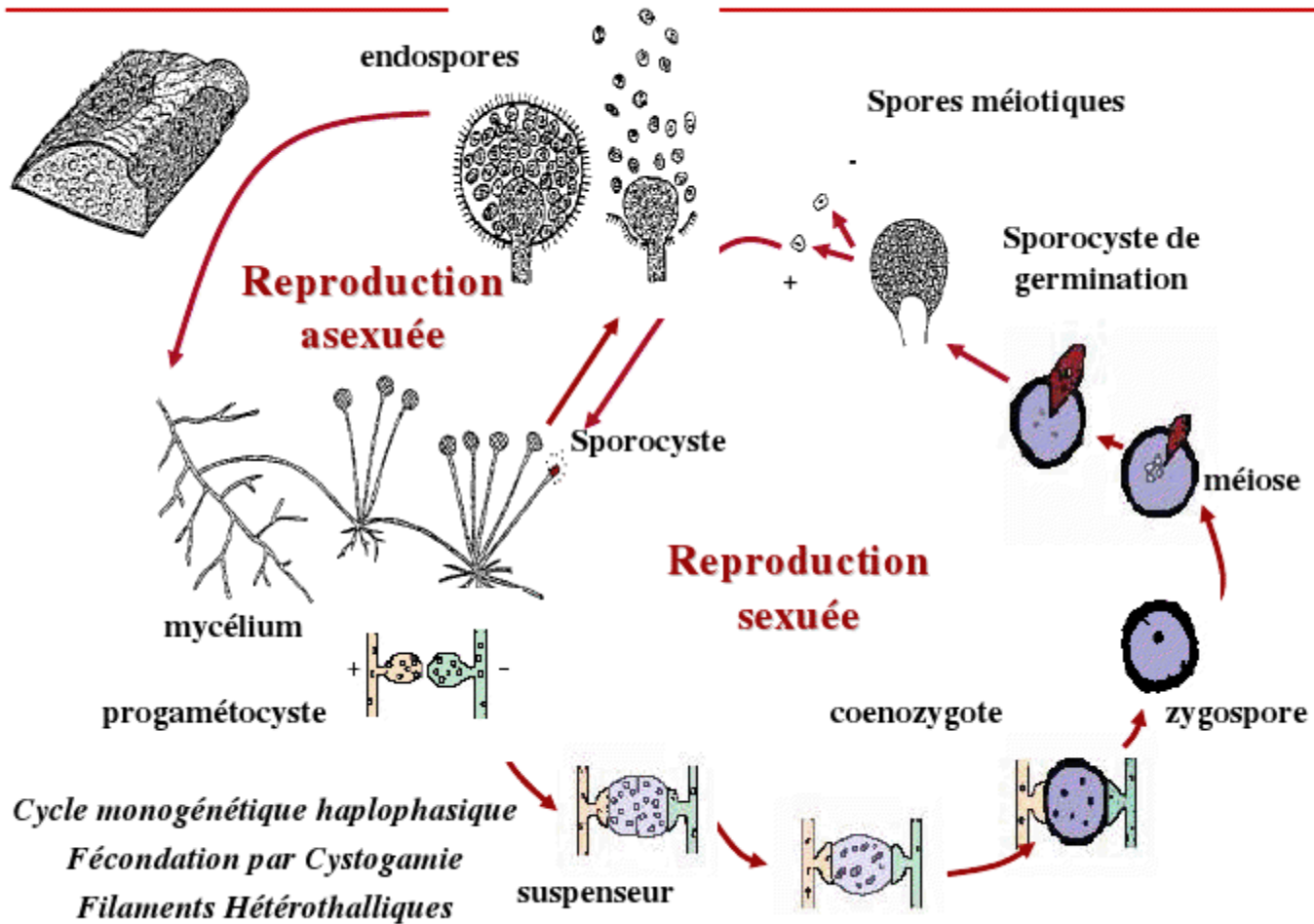
- 2 filaments issu de la même spore **Homothalliques**
- 2 filaments complémentaires **Hétérothalliques**

- Chez *Mucor mucedo* : **hétérothallie**

2 sortes de thalles, chacun produit gamétocystes d'un seul sexe



II. Multiplication des champignons 2) **Reproduction sexuée** b) Les modes de fécondation



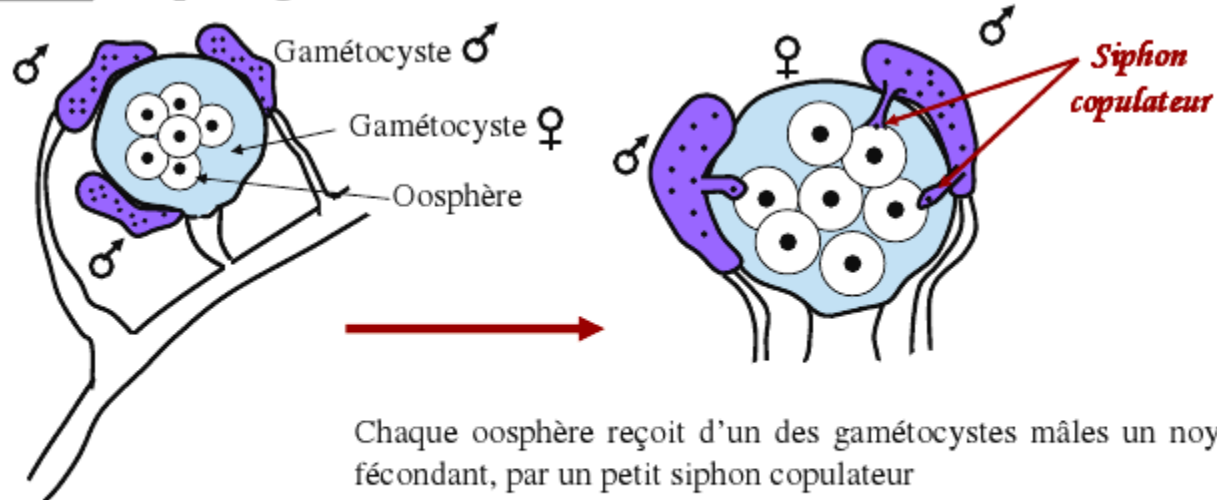
Les différents modes de fécondation

Siphonogamie

fécondation caractérisée par le cheminement des gamètes mâles jusqu'au gamétocyste femelle en empruntant **un siphon copulateur** qui les conduit jusqu'au contact direct avec les cellules femelles à féconder.

- Adaptation à la vie aérienne -

exemple : *Saprolegnia*



Chaque oosphère reçoit d'un des gamétocystes mâles un noyau fécondant, par un petit siphon copulateur



Cas des Champignons supérieurs

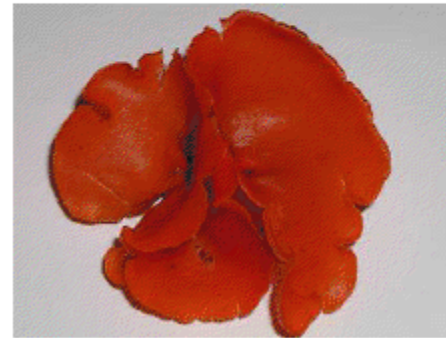
Ascomycètes et Basidiomycètes

Fécondation en deux étapes

1. **Plasmogamie** ou Cytogamie → fusion des cytoplasmes
2. **Caryogamie** → fusion des noyaux



Ascomycètes - Exemples des Pezizes



Cycle trigénétiq

- 1ère génération **gamétophytique** représentée par 1 mycélium primaire haploïde (n)

Plasmogamie

une structure particulière = un mycélium myctohaploïde (n+n)

1ère génération sporophytique

- 2ème génération **sporophytique** = mycélium dicaryotique (n+n) (mycélium secondaire)



Ascomycètes - Exemples des Pezizes

IMPORTANT : « Dicaryotique » vient de « Dicaryon »

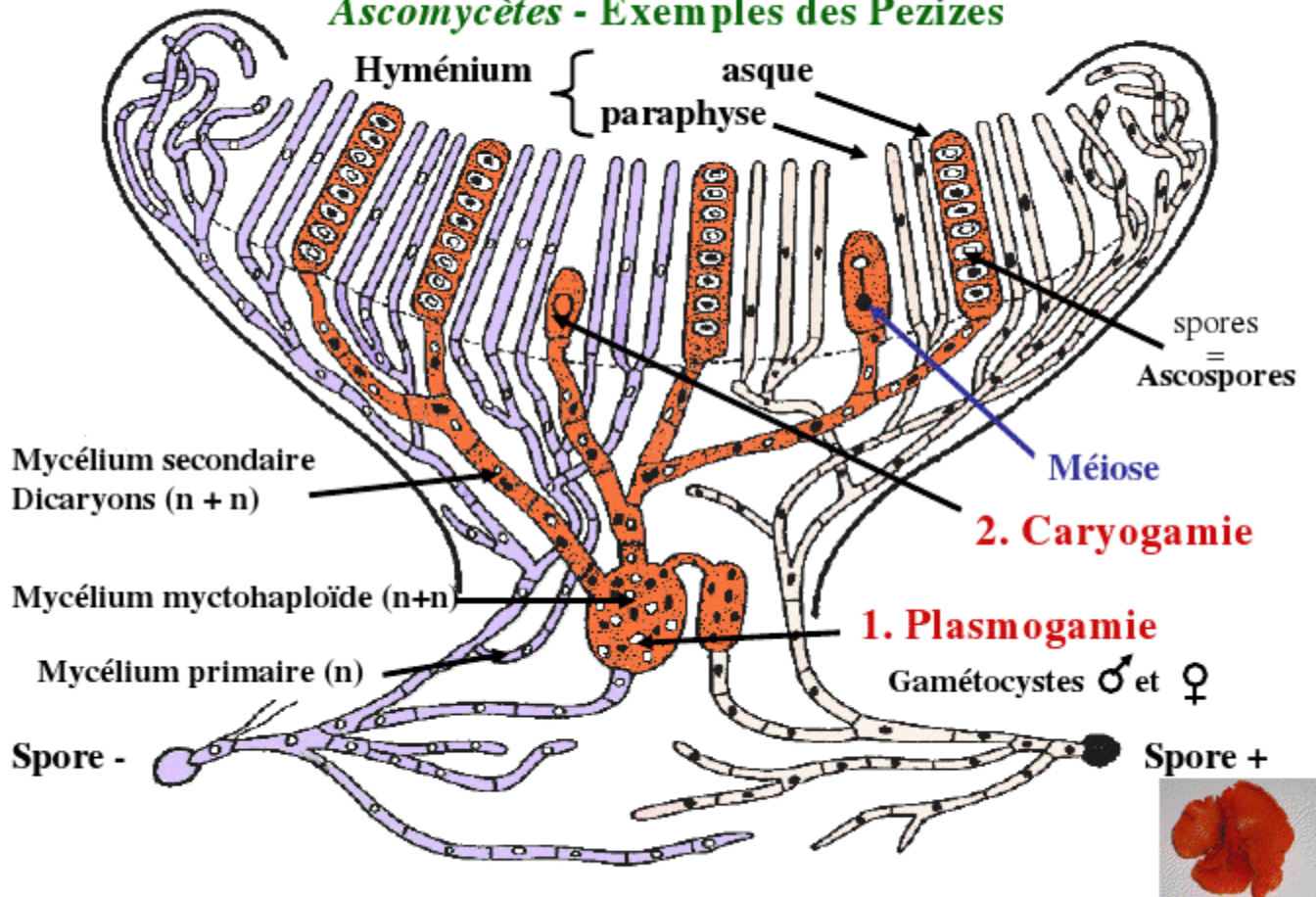
Chez les champignons supérieurs :

- chaque compartiment du mycélium secondaire = 1 Dicaryon
- quand **la plasmogamie** a eu lieu, **la caryogamie** n'est pas immédiate
- chaque Dicaryon renferme 2 noyaux complémentaires
- allongement du filament par mitose simultanée lors de la genèse d'un nouveau dicaryon

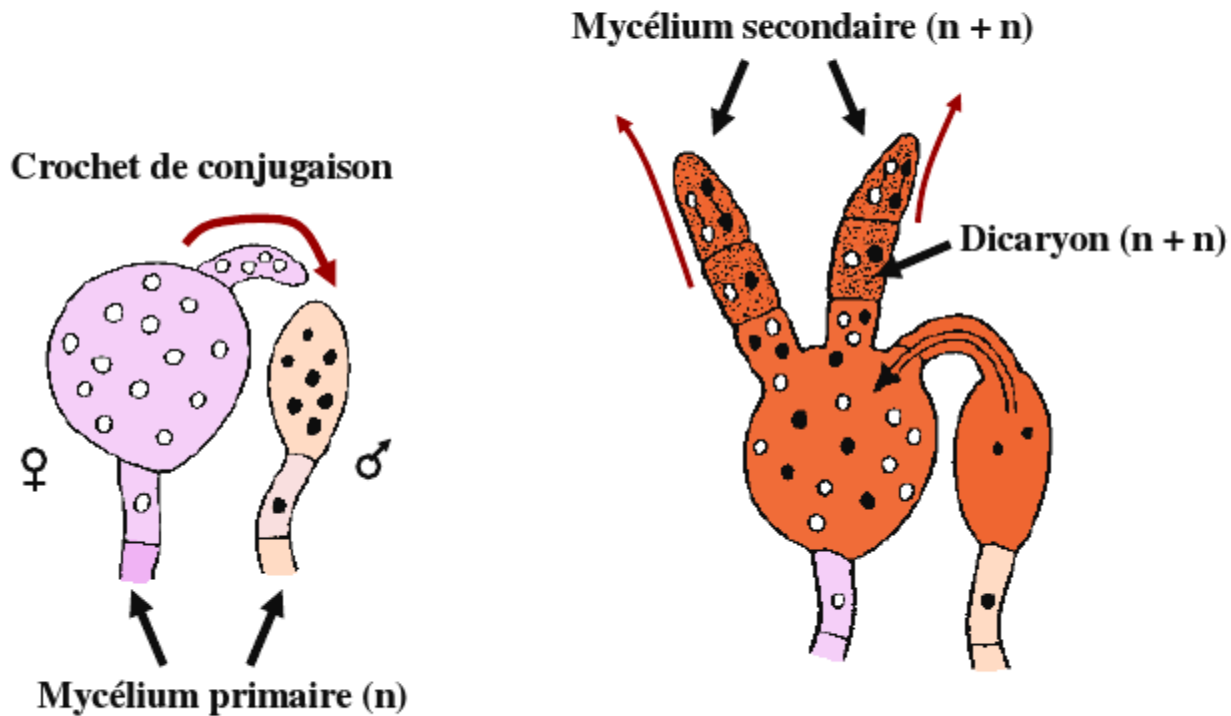


II. Multiplication des champignons 2) Reproduction sexuée b) Les modes de fécondation

Ascomycètes - Exemples des Pezizes



Ascomycètes - détail d'une plasmogamie



Basidiomycètes - Exemple du Coprin

Coprinus comatus

Cycle digénétique

- 1^{ère} génération **gamétophytique** = filaments mycéliens haploïdes (n)

mycélium primaire

Plasmogamie

reproduction sexuée par union des filaments 2 à 2

- 2^{ème} génération **sporophytique**, avec cellule à 2 noyaux haploïdes = Dicaryon

mycélium dicaryotique = mycélium secondaire

mycélium organisé en **carpophore**

Caryogamie

fusion des noyaux au niveau des sporocystes

= **Basides**

Caryogamie + méiose 4 spores méiotiques exogènes = **Basidiospores**

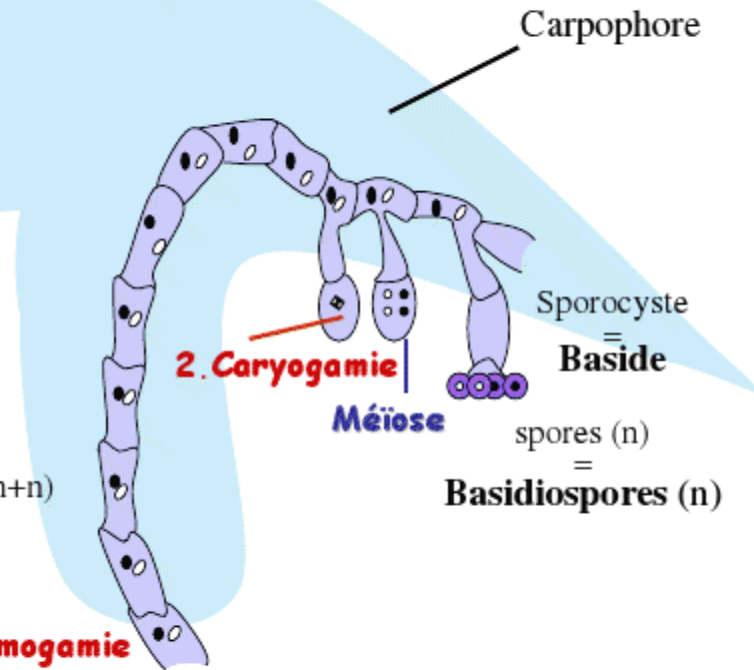
chaque Basidiospore à l'origine d'un mycélium gamétophytique haploïde (n)



Basidiomycètes - Exemple du Coprin



Mycélium à dycarion (n+n)



Mycélium primaire haploïde (n)



II. Les Champignons

I. Organisation de l'appareil végétatif

II. Multiplication des champignons

III. Mode de nutrition des champignons



III. Modes de nutrition des champignons

- Tous **hétérotrophes** pour le carbone
leur impose d'exploiter des milieux organiques
leur fait jouer dans la nature un rôle très important
- On distingue 3 modalités :
 - **Les saprophytes** = exploitent les substances organiques mortes, dont ils provoquent (avec l'aide de bactéries) la décomposition : débris végétaux (feuilles et fruits tombés, bois morts, herbes sèches...), débris animaux , humus du sol...
 - **Les parasites** = utilisent les substances organiques des êtres vivants, qu'ils rendent malades, et même tuent
 - **Les symbiotes** = vivent en symbiose avec d'autres êtres vivants.



III. Modes de nutrition des champignons 1) Le saprophytisme

Le saprophytisme

1 mode de nutrition très important

Les champignons saprophytes avec les bactéries assurent le retour au monde minéral des éléments chimiques de la matière organique morte qu'ils détruisent : carbone, azote, soufre, phosphore, etc...

Rôle très important dans la formation de l'humus **minéralisation**

Biochimie :

3 groupes de mécanismes concourent à cette destruction des organismes et des matières organiques :

1/ lyses enzymatiques

2/ la respiration

3/ les fermentations



III. Modes de nutrition des champignons 1) Le saprophytisme

Le saprophytisme

vis à vis de l'azote : 3 cas observés :

1/ **autotrophes** : (ex : *Aspergillus*) : capables d'assimiler l'azote nitrique aussi bien que l'azote ammoniacal, car ils peuvent :

- transformer (réduction) l'azote nitrique (HNO_3) en azote ammoniacal (NH_3)
- incorporer l'azote ammoniacal (NH_3) à des molécules organiques ternaires, pour en faire des molécules azotées (acides aminées, ...)

2/ **semi-autotrophes** : (ex : levures, *Mucor*) : capables d'assimiler seulement l'azote ammoniacal (NH_3), mais pas l'azote nitrique (HNO_3), car incapables de transformer l'acide nitrique en ammoniaque.

3/ **hétérotrophes** : (ex : *Saprolegnia*) : incapables d'assimiler l'azote nitrique et l'azote ammoniacal

ils ont absolument besoin d'aliments azotés organiques, tels que les acides aminés



III. Modes de nutrition des champignons 1) Le saprophytisme

Le saprophytisme

vis à vis du soufre : la plupart sont complètement **autotrophes**.

Ils savent assimiler les sulfates, dont ils réduisent l'acide sulfurique H_2SO_4 en acide sulfhydrique H_2S

Vis à vis des facteurs de croissances : substances organiques comparables aux vitamines, dont il suffit de quantités infimes pour assurer leur vie et leur développement, mais qui leurs sont néanmoins indispensables ; ils sont **hétérotrophes**. Ils doivent donc les trouver dans leur milieu nutritif, faute de savoir les synthétiser eux mêmes



Chapitre III: Les Lichens



VEGETAL « DOUBLE »

ASSOCIATION SYMBIOTIQUE

ALGUE – CHAMPIGNON



LA SYMBIOSE

Dans une association symbiotique, chaque organisme apporte à l'autre ce qu'il n'a pas.

Symbiose = vivre ensemble



LA SYMBIOSE - Exemples

Dans le monde végétal

- Les mycorhizes
- Rhizobiums des Légumineuses
- Graines des Orchidées
- Les lichens

Dans le monde animal

- Les bactéries du tube digestif
- Les anémones de mer et les bernard-l'hermite
- Les actinidies et les poissons clowns



SYMBIOSE DES LICHENS

ALGUE : Apporte la nourriture au champignon grâce à la photosynthèse

CHAMPIGNON : Apporte le support, l'humidité et les sels minéraux à l'algue



LE THALLE des LICHENS

Le thalle: appareil végétatif du lichen

- Voir les différents types de thalles
- Remarquer les différents supports
- Remarquer les différentes couleurs

















MORPHOLOGIE DES THALLES

- LICHENS CRUSTACES
- LICHENS FOLIACES
- LICHENS FRUTICULEUX



VEGETAL « DOUBLE »

ALGUE = Algue verte unicellulaire (Gonidie)

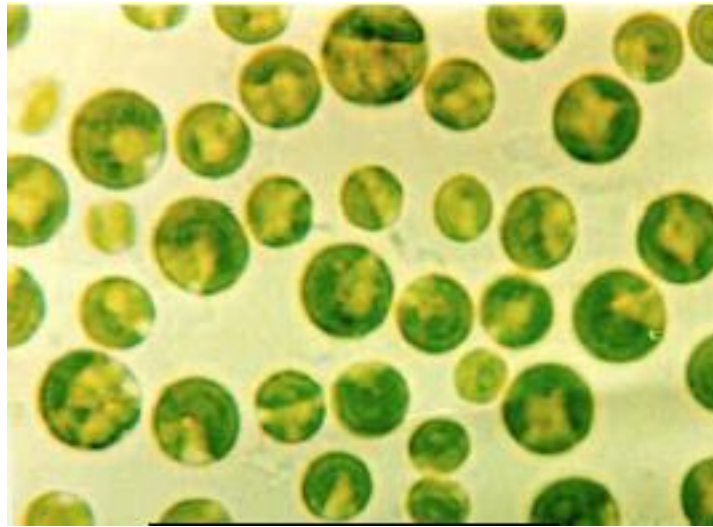
+

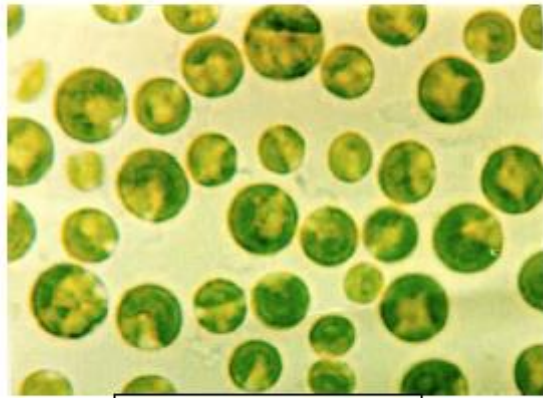
CHAMPIGNON = Ascomycète (Hyphes)

Les algues du lichen

- Algues vertes unicellulaires, les chlorelles (80% des cas)
- Algues bleues ou cyanophycées du genre Nostoc (10% des cas)

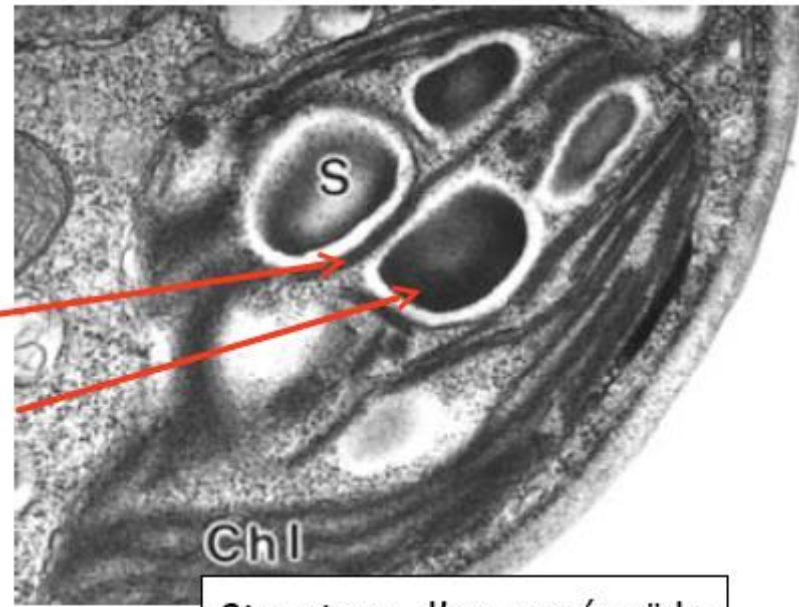
CHLORELLES = Algue verte
unicellulaire



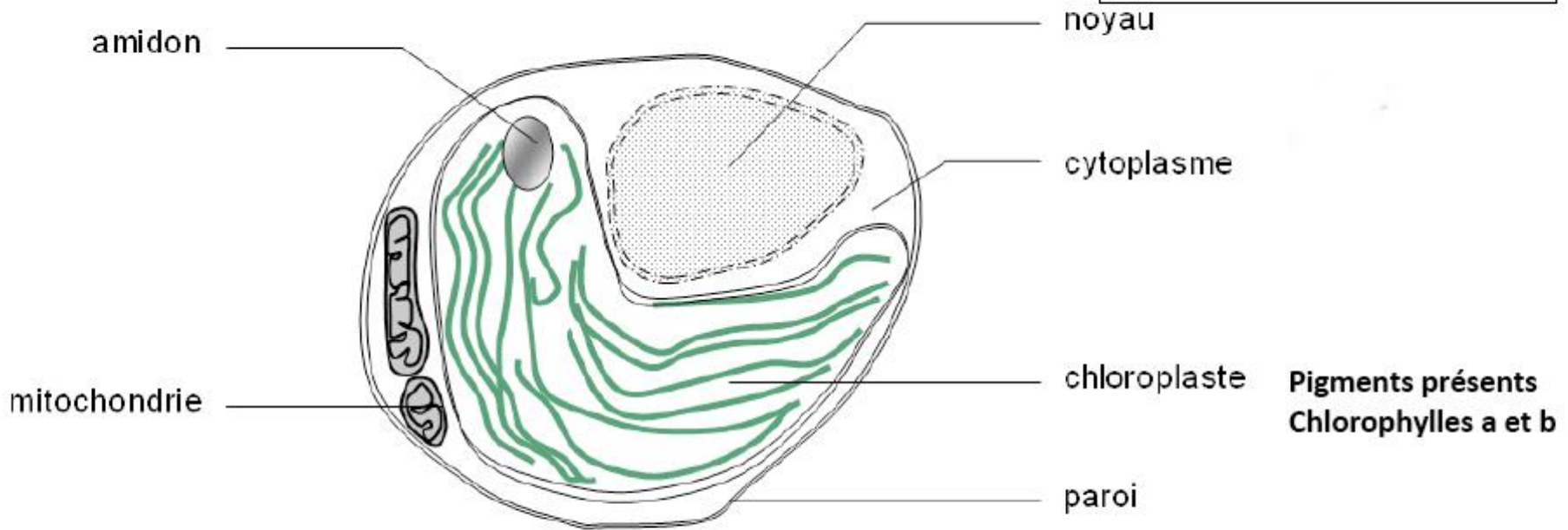


Des chlorelles

Structure d'une cellule



Structure d'un pyrénoloïde



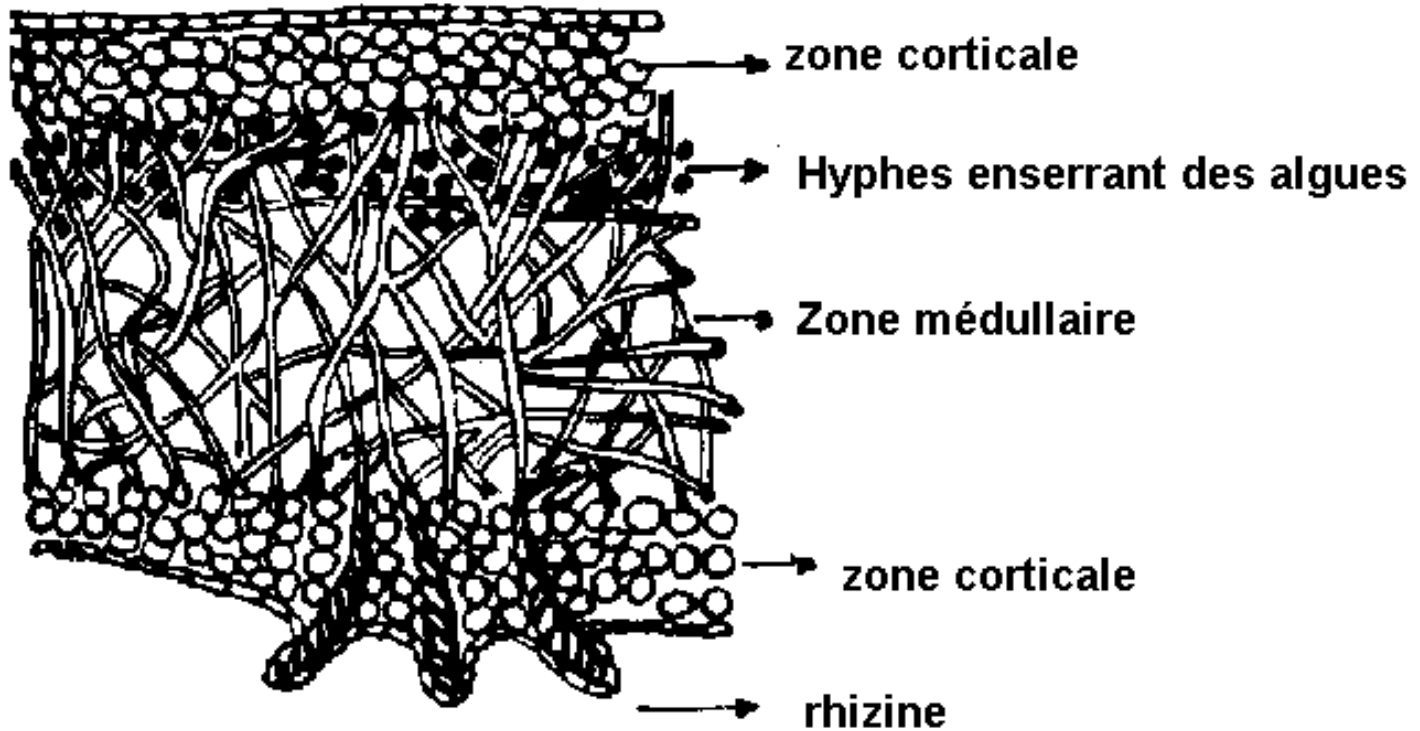
chlorelle (algue verte unicellulaire)
diamètre cellulaire d'environ 5 µm

Champignons des lichens

- Ascomycètes (Septomycètes)

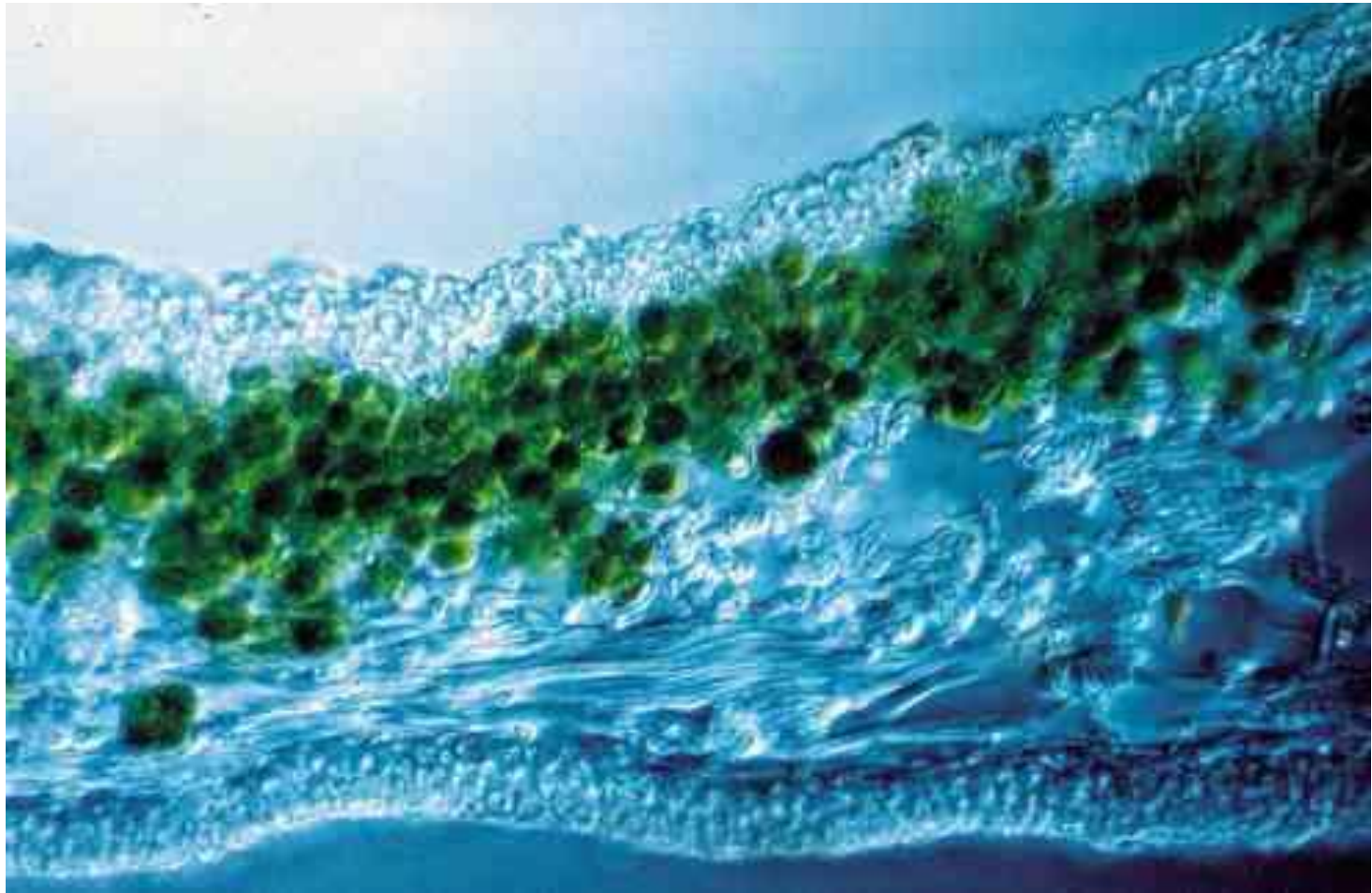
Champignons se reproduisant par des asques
(sacs à spores)

Thalle – CL vue microscopique

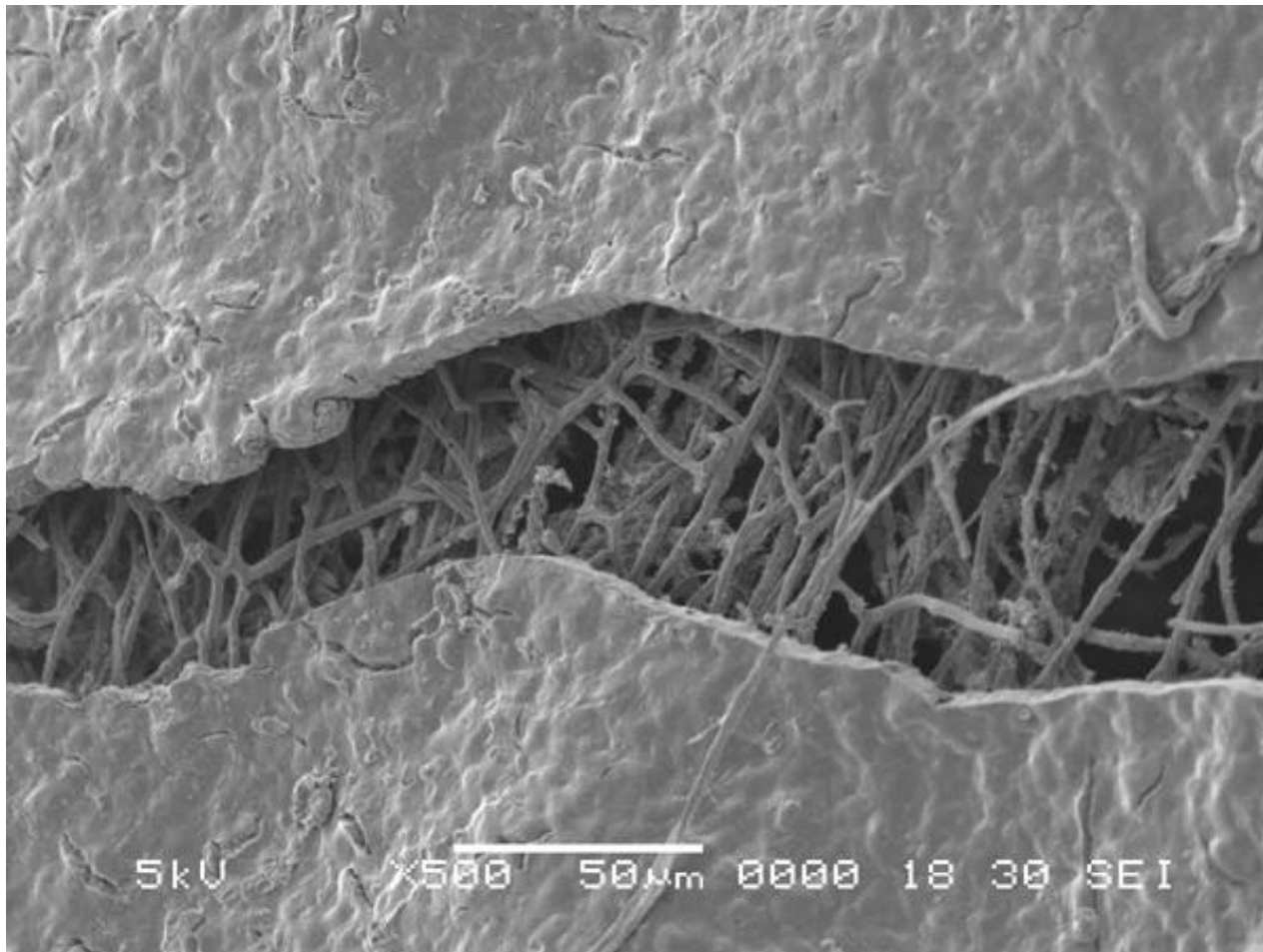


**Vue microscopique d'une coupe
longitudinale d'un lichen crustacé**

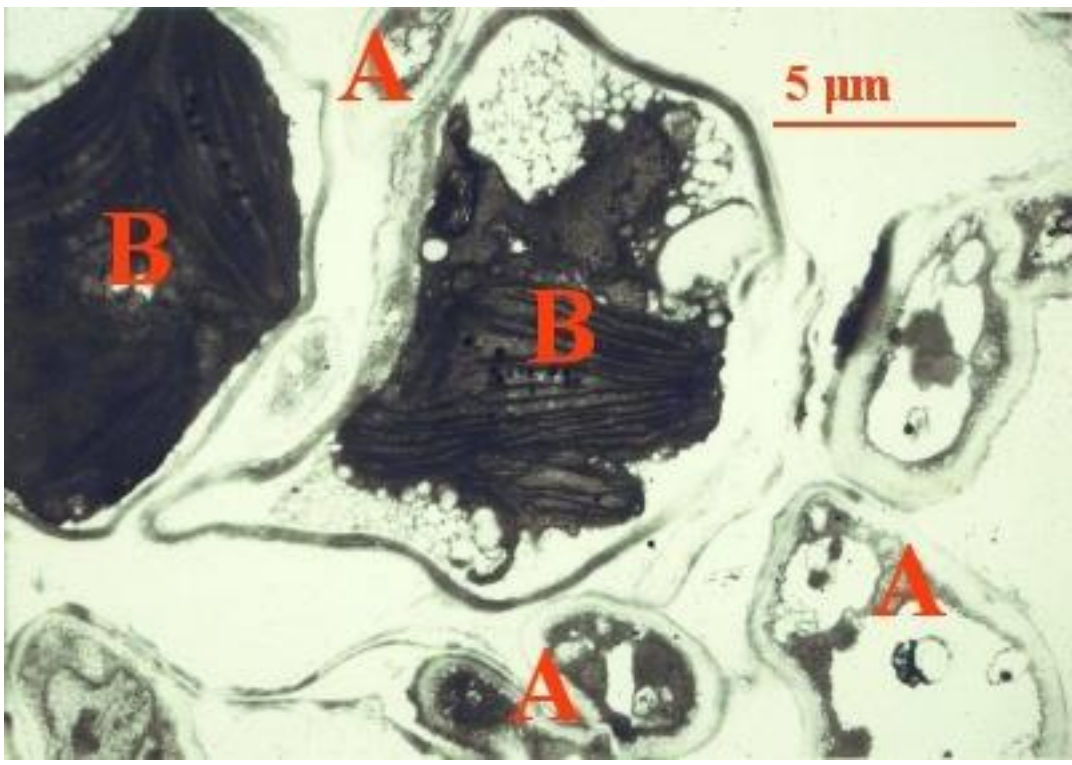
Thalle – vue microscopique



Thalle – CL vue microscopie à balayage



Thalle – CT vue microscopie à balayage



LA REPRODUCTION DES LICHENS

- Reproduction végétative

Par bouture, hyphes entourant des algues = Sorédies

- Reproduction sexuée

Celle du champignon: Appareil de fructification à la surface du thalle = Apothécie
spores – germination: hyphes qui doivent trouver des algues

Apothécie

