

Chapitre II:

Thallophytes Phycophytes : Les algues

I. Classification

II. Organisation de l'appareil végétatif

- 1) Définitions
- 2) Protophytes – Thalles unicellulaires
- 3) Thalles siphonés
- 4) Métaphytes – Thalles pluricellulaires
- 5) Modes de croissance
- 6) Cytologie
 - Organisation de l'appareil cinétique
 - Organisation des plastes

III. Multiplication des algues

- 1) Généralités
 - La multiplication végétative
 - La reproduction sexuée
- 2) La reproduction sexuée
 - a) Modes de fécondation
 - b) Les cycles biologiques
 - Les cycles digénétiques
 - Les cycles monogénétiques
 - Les cycles trigénétiques

IV. Écologie des algues

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

I. Classification

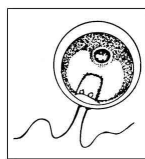
On ne peut pas donner d'image typique des algues :

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



Chlamidomonas

10 μm



Spirogyre



Caulerpa

La classification s'appuie principalement sur la nature des pigments des algues.

On distingue 3 grands principaux embranchements :

Algues vertes Chlorophytes Chlorophylle a et b

Algues brunes Chromophytes Chlorophylle a + caroténoïdes = carotènes et xanthophylles

Algues rouges Rodophytes Chlorophylle a + phycobilines = phycoérythrine, phycocianine

II. 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

2) Protophytes

Cellules mobiles : ex: *Chlamydomonas*

Cellules immobiles : ex: *Micrasterias* / *Diatomées*

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

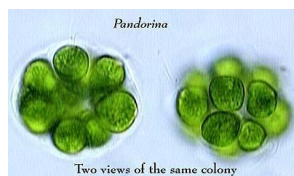
Colonies de cellules

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.

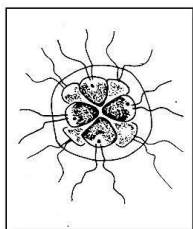
Exemples de Colonie de cellules: *Pandorina*

- Algues vertes
- Colonie de 4 à 16 cellules selon l'espèce
- Échange d'informations entre les cellules
- Ex : *Pandorina morum*



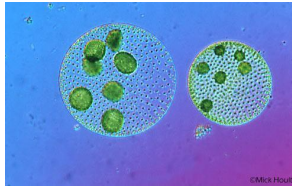
cellules extérieures flagellées : mobilité

cellules centrales perdent leurs flagelles : photosynthèse



- Autre Exemple de Colonie de cellules: *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

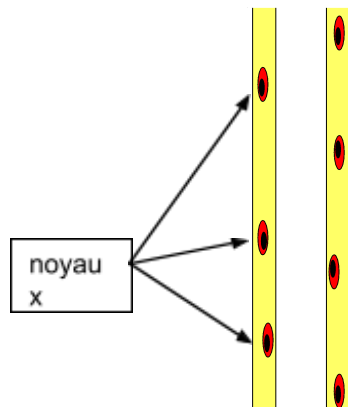


3) Thalles siphonnés

1 seule membrane

Plusieurs noyaux dans le même cytoplasme.

Ex : *Bryopsis plumosa*



Siphon : Structure Coenocytique

4) Thalles pluricellulaires

Thalles filamenteux : ex: *Spyrogira*

Thalles foliacés : ex: *Ulva lactuca*

Thalles en tube : ex: *Enteromorpha*

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

Thalles fucoïdes : ex: *Laminaria*

a) Thalles filamenteux

- Construction cellulaire simple : fréquente chez les algues
- Une seule file de cellules, filament non ramifié (*Spirogyra*, *Ulotrichales*) ou filaments ramifiés prostrés et/ou érects (nombreuses *Ulotrichales* et *oedogoniales*).
- Pour former un thalle filamenteux Il faut que les cellules ne se séparent pas après la mitose

Ex : *Spyrogira*

- Algue verte (Chlorophycée) d'eau douce
- pas de ramification
- chloroplaste en forme d'hélice = « rubané »
- **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 dégèrent
 - Un nouveau filament haploïde

Thalles filamenteux ramifiés

Ramification du thalle par changement d'axe de division

2 types de filaments: - filaments prostrés et/ ou
- filaments érigés

1 seul type de filament: thalle homotriche

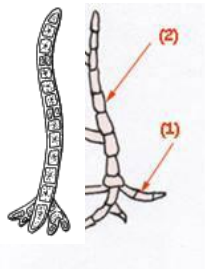
2 types de filaments: thalle hétérotriche

Le type nématothallien se compose de 2 parties formées de filaments (l'une ou l'autre pouvant régresser) constitués de cellules disposées en files pouvant se ramifier:

-d'une partie prostrée fixée dans ou sur le substrat (1)

-et d'une partie dressée ou érigée (2).

Ex: *Bangia*, *Erythrotrichia*

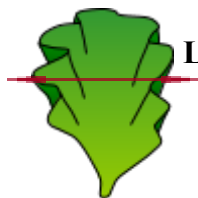


Erythrotrichia

b) Thalles foliacés

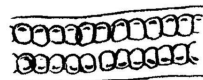
Ex : *Ulva lactuca*

- Algue verte – marine : « La laitue de mer »
- Thalle adulte = large lame formée de 2 assises de cellules



Crampon

Lame foliacée

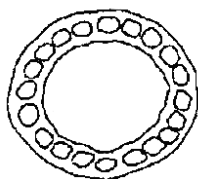


Double lame chlorophyllienne

c) Thalles en tube

Filaments associés pour former une structure en tube creux avec une seule couche de cellules à la périphérie du tube . Ex: *Enteromorpha*

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



Assise de cellules

C.T. d'un tube

cavité central

Plis

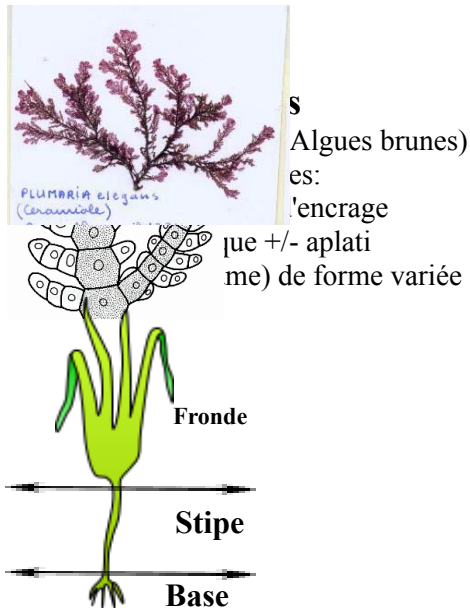
de l'évolution : structure caractéristiques des algues

formation de 2 types de filaments :

indépendant par 1 cellule initiale apicale à croissance indéfinie

aux latéraux : Pleuridies

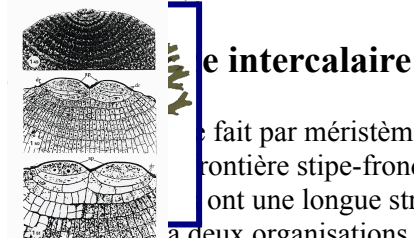
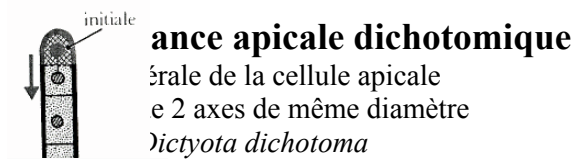




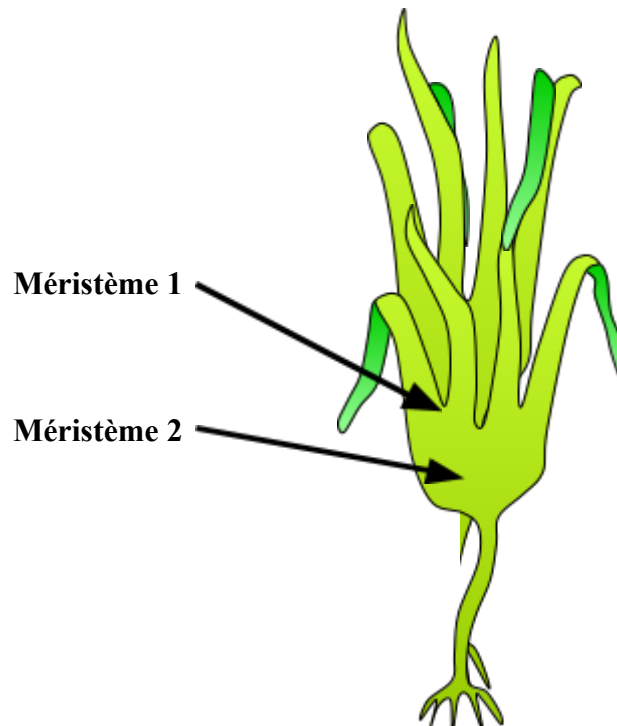
5) Modes de croissances

a) Croissance apicale

- Division toujours au niveau de la cellule apicale. Ex : *Sphocelaria*
- la cellule apicale est très structurée et garde cette structuration au cours des divisions



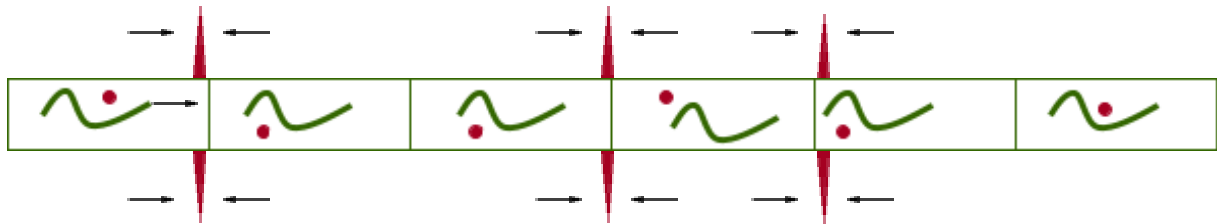
La zone de croissance est intercalaire et l'allongement du stipe entraîne la formation d'une nouvelle fronde.



d) Croissance diffuse

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

Ex : *Spyrogira* : Croissance intercalaire diffuse



6) 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 - développé 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

Les flagelles :Organisation de l'appareil cinétique

- Cellules acrokontées : les flagelles apicaux
- Cellules isokontées : les flagelles sont égaux
- Cellules pleurokontées : les flagelles sont latéraux
- Cellules hétérokontées : les flagelles sont différents
- Cellules stéphanokontées : les flagelles ont une disposition rayonnante



Zoospores isokontées (2 flagelles égaux)
et akontées (flagelles à 1 pôle)



Zoospore hétérokontée (2 flagelles inégaux)
et pleurokontée (flagelles latéraux)



Zoospore stéphanokontée

(touffes de flagelles à 1 pôle)

Organisation des plastes

- Les formes **archéoplastidiées** : on trouve un gros plaste focal ou pariétal. La cellule ne contient qu'un seul plaste qui peut être pariétal comme chez Ulva ou central (généralement étoilé comme chez Porphyra). Ce type de plaste peut ou non contenir des pyrénoides et des substances de réserves.
- Les formes **mésoplastidiées** : ce sont des structures intermédiaires (exemple : Chladophora). La cellule contient un réseau de territoires plastidiaux réunis entre eux par de simples trabécules et chaque territoire plastidial peut ou non posséder un pyrénoides
- Les formes **néoplastidiées** : plusieurs plastes indépendants par cellule; ce sont souvent des structures cladomies. Chaque cellule contient un grand nombre de plastes indépendants qui peuvent ou non porter des pyrénoides. Chez les Chlorophytes on distingue le type homoplastidié correspondant à des plastes ayant tous la même structure et le type hétéroplastidié dans lequel il y a une différenciation entre des chloroplastes assurant la photo-synthèse et des amyloplastes assurant le stockage de l'amidon (Caulerpa).

Réserves :

Nature chimique : différente 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

II. Multiplication des algues

1) Multiplication végétative : Reproduction asexuée

- Division mitotique des espèces unicellulaires
- Fragmentation de thalle
 - chaque fragment régénère un thalle entier : (ex: cladome secondaire)
- Reproduction asexuée par spores directes
 - formées à l'intérieur du sporocyste par mitose
 - donnent individus identiques au parent avec le même nombre de chromosomes

2) Reproduction sexuée

a) Modes de fécondation

Diversité des modes de fécondation

Fécondation : union de deux gamètes haploïdes ----->un zygote diploïde

Planogamie : Gamètes flagellés. Gamètes mâles et femelles même morphologie (planogamie isogame) ou morphologie différente (planogamie anisogame). On parle aussi de :

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.

b) Les cycles biologiques

1) Cycle monogénétique

Cycle monogénétique haplophasique
l'exemple de la spirogyre (Chlorophycée)
Cycle monogénétique diplophasique
l'exemple *Fucus vesiculatus* (Phéophycée)

2) Cycle digénétique

Cycle digénétique haplodiplophasique
l'exemple *Ulva lactuca* (Chlorophycée)

3) Cycle trigénétique

l'exemple de *Antithamnion plumula* (Rhodophycée)

IV. Écologie des algues

Grâce à leur diversité et leurs exigences écologiques variées, elles 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 Primaire = 1er chaînon des chaînes alimentaires

1) Algues marines fixées : (Biocénose benthique)

Facteurs influençant la répartition

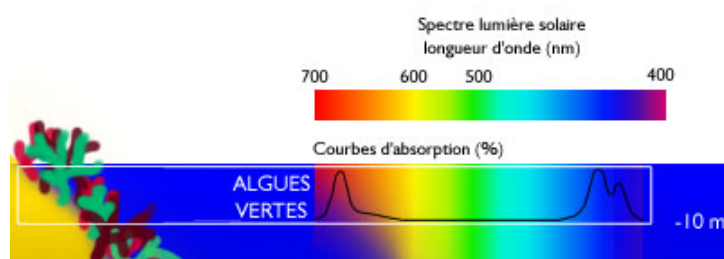
- La lumière
- La température
- *Le substrat*
- *Le mouvement de l'eau*
- *La composition de l'eau*

a) 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 1er 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)

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)

b) 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

c) Le substrat

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

Exemples : roche compacte, galet, gravier, sable

Chaque algue a une préférence +/- exclusive pour tel ou tel substrat

On observe + d'algues sur cotes rocheuses -----> support solide et turbidité de l'eau plus faible

d) Mouvement de l'eau

Intensité variable :

Exemple: différence entre côtes battues et anses abritées

Emersion

- Zone de balancement des marées : Zone intertidale
- Si l'émersion est nécessaire -----> présence limitée vers les profondeurs

e) Composition de l'eau

- Salinité
 - Si variation de la salinité létale : Algues sténohalines
 - Si variation de la salinité acceptée : Algues euryhalines

2) Algues marines non fixées : (Biocénose pélagique)

a) Le phytoplancton

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

Une grande partie du plancton est constituée par des algues unicellulaires

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*)

Ultraplankton : 0.5-50 μm : (*Chrysophycées de petites tailles*)

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

Les régions où il y a du Upwelling sont riches en phytoplancton : Remontée d'eaux profondes riches en sels minéraux.

b) Grandes algues non fixées

Exemple : les Sargasses, Algues brunes

Abondantes dans Atlantique Nord tropical entre les Açores et les Antilles

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.

2) Algues d'eaux douces

Milieux dulçaquicoles (ou Dulcicole)

Il y a intervention des mêmes facteurs écologiques que ceux vu pour milieux marins

On distingue :

- * organismes *benthiques*

- * organismes *planctoniques*

Tandis que pour l'eau de mer: La proportion relative des différents sels dissous est relativement constante, seule la concentration totale varie, l'eau douce est peu minéralisée en général, en plus de la grande variabilité dans la nature des sels dissous.

a) 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)

b) Eaux courantes

Phytoplancton des cours d'eau : **Potamoplancton**

(*Diatomées*, *Chlorophycées* unicellulaires ou coloniales)

Dans les eaux à courts lents : *Rhodophycées*

2) 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.