

Les végétaux du milieu marin

Sommaire :

1. Introduction

1.1. Différence animal/végétal et photosynthèse

1.2. Quels types de végétaux trouve-t'on dans le milieu marin ?

2. Les plantes à fleur sous-marines

2.1. Les différentes espèces rencontrées

2.2. Nutrition et reproduction

2.3. L'herbier de posidonie, un milieu essentiel

3. Les algues

3.1. Introduction et définition

3.2. Classification

3.3. Répartition des algues

3.4. Nutrition et croissance

3.5. Reproduction

3.6. Importance économique et écologique des algues

4. L'essentiel

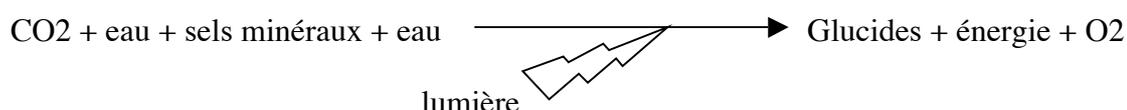
5. Bibliographie



1. Introduction

1.1. Différence animal/végétal et photosynthèse

Dans le cours sur la cellule, nous avons vu que la différence entre végétaux et animaux se présentait au niveau cellulaire. **Les végétaux sont capables de synthétiser des molécules organiques à partir de molécules inorganiques.** Cette photosynthèse est réalisée dans les plastides, dont les **chloroplastes qui contiennent la chlorophylle**. La chlorophylle est un pigment capable d'absorber l'énergie lumineuse. Cette énergie est utilisée par le chloroplaste pour déclencher de nombreuses réactions chimiques. Au final, la cellule végétale synthétise des glucides et de l'ATP (énergie utilisable par la cellule) à partir d'eau, de CO₂ et de lumière :



Nous avons également vu que les cellules végétales étaient entourées d'une **paroi cellulosique** leur conférant une plus grande rigidité.

1.2. Quels types de végétaux trouve-t'on dans le milieu marin ?

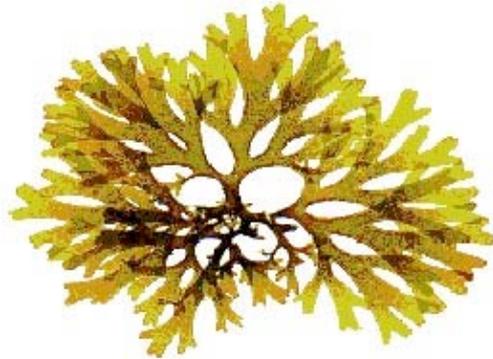
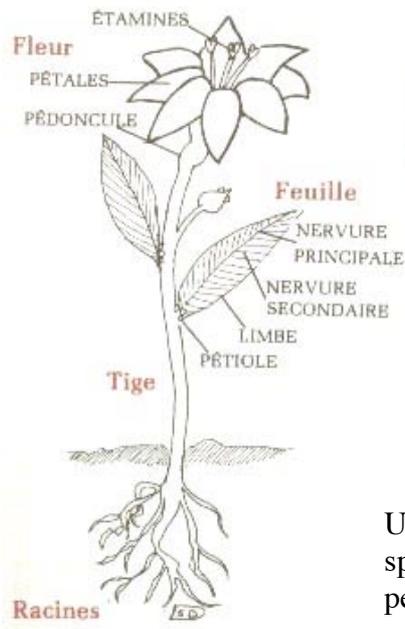
Une des principales divisions du règne végétal sépare les **plantes à fleurs (Phanérogames)**, **des plantes sans fleurs (Cryptogames)**. Les plantes à fleurs forment un groupe distinct ayant une même origine évolutive. Par contre, les plantes sans fleurs constituent un groupe très hétérogène. En effet, il contient aussi bien des algues unicellulaires, des mousses, des varechs, des fougères, des conifères jusqu'aux séquoias géants ! Mais l'absence de fleur est un caractère vraiment significatif car les fleurs sont des structures reproductrices très spécialisées apparues tard dans l'évolution.

En milieu terrestre, 80% des végétaux ont des fleurs. Il n'en est pas de même dans le milieu marin. **Si on rencontre quelques plantes à fleurs dans nos plongées (Posidonie), les Cryptogames sont les plus représentés (algues).**

Les phanérogames sont considérées comme des végétaux supérieurs et à structure complexe. On rencontre chez ces plantes de nombreuses cellules spécialisées et très différenciées. Ces différences se matérialisent de façon visible entre racine et feuille, écorce et cœur, par la présence de canaux permettant la circulation de la sève nourricière...etc.

Chez les algues par contre, les cellules sont très peu différenciées et peu spécialisées. Elles sont pratiquement identiques dans toute la plante. Le stipe n'est qu'une partie plus épaisse du thalle. La seule exception étant, à la période de reproduction, la spécialisation de certaines cellules en organe reproducteur.

Nous rencontrons d'autres végétaux lors de nos plongées, sans nous en rendre compte : c'est le phytoplancton. Le mot plancton vient du grec « qui erre ». Composé de petites algues unicellulaires, le phytoplancton est à la base de la chaîne alimentaire.



Une plante à fleur possède de nombreuses structures spécialisées. Au contraire, les cellules d'une algue sont peu différenciées.

2. Les plantes à fleur sous-marines

2.1. Les différentes espèces rencontrées

Les phanérogames que nous pouvons rencontrer dans le milieu marin appartiennent à l'ordre des Hélobiales. Après avoir connu une existence terrestre, **ces plantes sont retournées au milieu marin il y a 120 millions d'années** (à l'époque des dinosaures). Dans le monde, il n'existe que 54 espèces de phanérogames sous marines.

Elles sont représentées dans nos mers principalement par la **Posidonie (Méditerranée)**, deux **Zostères (Atlantique)**, la Cymodocée (les deux écosystèmes) et l'Halophile (espèce récente en Méditerranée).

2.2. Nutrition et reproduction

Comme toutes les plantes, les herbes sous marines se nourrissent grâce à la photosynthèse. Elles prélèvent les différents sels minéraux dont elles ont besoin par les racines. Ayant besoin de lumière, on ne les retrouve que jusqu'à 30-40m selon la limpidité de l'eau.

La croissance, rythmée par un cycle annuel, se traduit par une production de feuilles saisonnières. Le nombre et les dimensions de ces feuilles dépendent de l'espèce, de la richesse du fond et de l'éclairement. Les feuilles anciennes se détachent et s'échouent sur les plages où elles forment des mattes, banquettes de feuilles entassées caractéristiques de certaines plages méditerranéennes. **Les racines forment un enchevêtrement sur le fond qui gagne 1mètre d'épaisseur par siècle. Dans certains herbiers, cette épaisseur peut atteindre 8mètres.**

La reproduction peut être sexuée. **En effet, les phanérogames ont des fleurs et donc des fruits.** On rencontre des pieds mâles ou femelles ou les deux (hermaphrodites). La fécondation se fait par le pollen transporté par l'eau. Les posidonies fleurissent chaque année

dans les zones chaudes et tous les 2 ans dans les zones plus froides. Ses fruits sont de la taille d'une olive.

La reproduction peut aussi être asexuée. C'est le mode le plus courant de reproduction et de dispersion. La tige en partie rampante, que l'on appelle rhizome, assure la propagation en périphérie de la plante. La dispersion se fait également par bouturage.

2.3. L'herbier de posidonie, un milieu essentiel

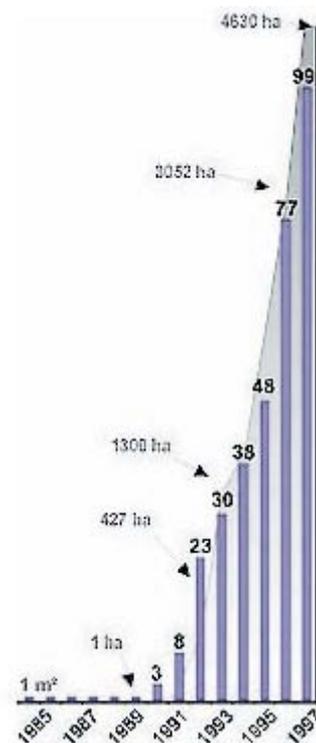
Un herbier de posidonies a une densité de plusieurs milliers de feuilles par m². Conjugué à l'enchevêtrement de racines, l'herbier est une véritable piègeur de sédiments. Les herbiers se rencontrent en France, Espagne, Italie, Grèce, Turquie et Tunisie. Ils ont une grande importance pour plusieurs facteurs :

- Production primaire
- Richesse de la flore
- Richesse de la faune
- Substrat pour les épiphytes
- Equilibre du littoral (sédimentation)
- Nurseries pour les alvins
- Frayère pour les poissons

Les herbiers constituent donc un véritable écosystème pivot de la méditerranée.

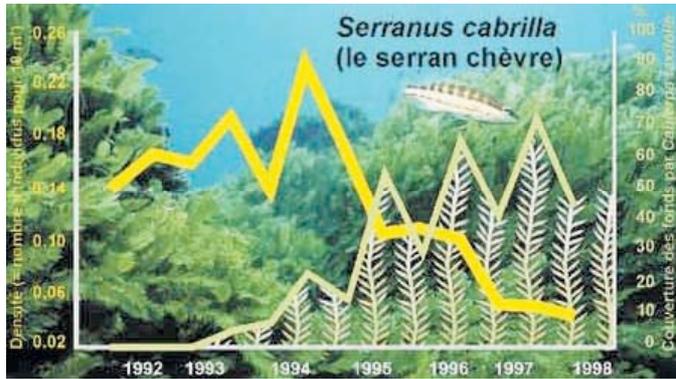
Mais ces herbiers sont menacés par différentes agressions :

- Modifications de la sédimentation (aménagement du littoral, barrage) entraînant ensevelissement ou déchaussement des rhizomes.
- Augmentation de la turbidité
- Pollution
- Arrachage par les ancrs des bateaux
- Développement de *Caulerpa Taxifolia*

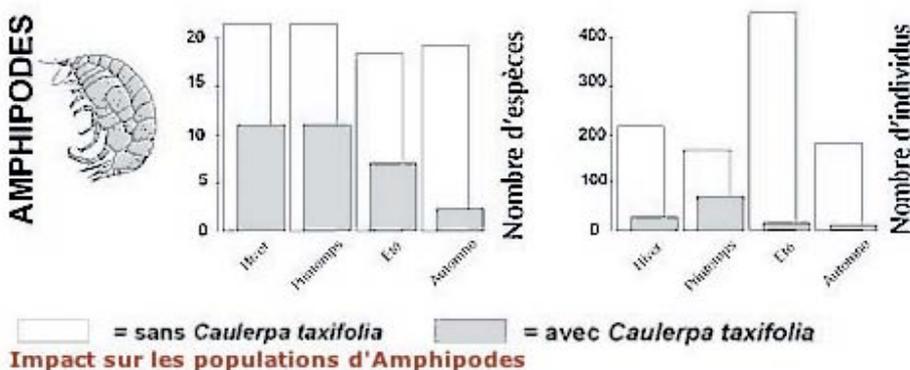
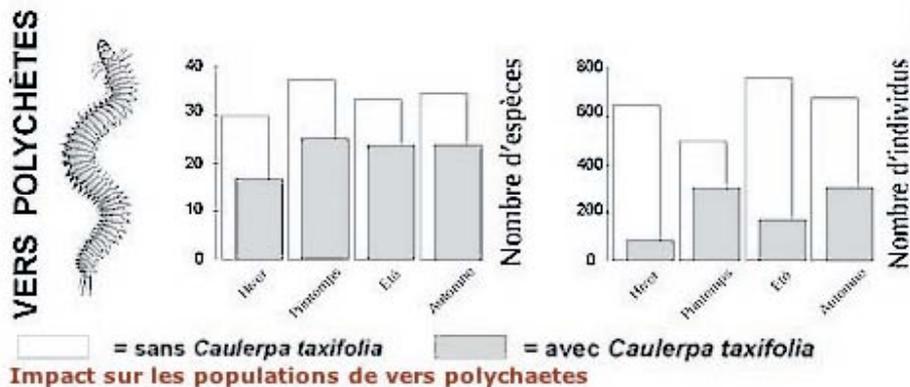
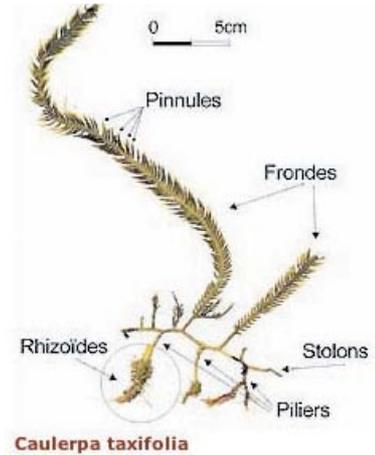


Augmentation de la surface colonisée par *Caulerpa Taxifolia*

La *Caulerpa Taxifolia* est une algue verte inconnue il y a encore 20 ans en méditerranée. Introduite visiblement par un aquarium, elle s'étend peu à peu. 6 pays sont actuellement concernés. En 1984, elle représentait 1m². En 2000, elle occupait 6000 hectares. Formée par une cellule unique renfermant des millions de noyaux, elle a une croissance très rapide et une grande résistance. Se reproduisant facilement par bouturage et contenant des substances toxiques empêchant sa prédation, elle concurrence les herbiers de posidonies. Sur les zones colonisées par la caulerpe, on observe notamment une diminution du nombre de poisson et de la biodiversité.



Diminution du nombre de Serran chèvre lors de la colonisation par la caulerpe



Diminution de la biodiversité suite à l'invasion de la caulerpe

3. Les algues

3.1. Introduction et définition

Les algues sont les végétaux les plus représentés dans le milieu marin. Les Algues comprennent un ensemble de végétaux très variés, souvent groupés avec des Champignons sous le nom de Thallophytes. Cette dénomination implique la présence d'un appareil végétatif ou thalle, tantôt très simple, réduit à une seule cellule ou à un amas de cellules toutes semblables, tantôt très complexe, souvent bien différencié, mais toujours morphologiquement différent de celui des plantes supérieures **Elles possèdent ainsi une structure simple, pas de racines, pas de canaux à sève, des cellules peu spécialisées.**

Elles possèdent un stipe ou pédoncule, une fronde et parfois un appareil de fixation (crampons, rhizoïdes, disques, ventouses). Certaines algues unicellulaires sont microscopiques, alors que d'autres sont visibles à l'œil nu (comme l'acétabulaire, cellule géante dont le chapeau est l'organe reproducteur). D'autres, également unicellulaires, contiennent un grand nombre de noyaux entourés d'une unique paroi (comme Valonia ou la Caulerpe).

On compte environ 700 espèces d'algues sur les côtes européennes Atlantiques et 1000 en Méditerranée. Environ 60% de ces espèces sont communes aux deux milieux. 20 à 25% des espèces de Méditerranée sont endémiques.

3.2. Classification

Les pigments et la couleur ont depuis longtemps constitués un caractère important dans la classification des algues. Le rôle de ces pigments est de capter l'énergie lumineuse. **On peut distinguer 3 principaux groupes : algues vertes, brunes et rouges, représentant 3 grands chemins d'évolution.** Les biologistes y ajoutent 3 autres groupes : diatomées, dinoflagellés et Euglénophycées. Nous ne nous intéresserons pas à ces 3 derniers groupes car ce sont des algues unicellulaires, donc invisibles à l'œil nu. Il existait précédemment un autre groupe, les algues bleues, que l'on classe plutôt de nos jours dans les bactéries (cyanobactéries).

Les algues vertes sont considérées comme les ancêtres des plantes à fleurs (elle sont proches de fougères, mousses et plantes à fleurs). Les algues brunes sont les plus représentées en France, et les plus importantes économiquement. Les algues rouges sont plus primitives.

	Algues vertes	Algues rouges	Algues brunes
Paroi cellulaire	Couche interne de cellulose Couche externe de pectine	Couche interne de cellulose Couche externe de pectine et polysaccharides	Couche interne de cellulose Couche externe de pectine et substance gélatineuse
Pigments	Chlorophylle a et b Alpha et beta-carotène Quelques xanthophylles	Chlorophylle a et d Carotène Quelques xanthophylles Phycobilines	Chlorophylle a et c Beta-carotène Xanthophylles Fucoxanthines
Composant de la réserve énergétique	Amidon	Amidon	Courtes chaînes de glucides Mannitol
Structure	Filaments Fines couches de cellules Colonies Cellules géantes unicellulaires	Filaments, mais petits Fines couches de cellules Unicellulaires	Filaments
Exemple	Ulva	Corallina	Laminaires Padine Fucus

Cependant, les couleurs sont parfois trompeuses. Les proportions variables des différents pigments et les conditions environnementales rendent la couleur des algues aléatoire. Si la majorité des algues rouges sont bien rouges, certaines sont noires, brunes, grisâtres ou bleuâtres. D'autres encore, placées sous un éclairage intense, peuvent être vertes ou jaunes. Des algues vertes peuvent être colorés par des caroténoïdes en rouge. Ainsi, c'est une microalgue verte qui colore les marais salants en orange ! Les algues brunes ont en fait des plastes colorés en jaune. C'est donc par une analyse chimique que l'on peut être sûr du groupe auquel une algue appartient et pas seulement par la vision de sa couleur.

3.3. Répartition des algues

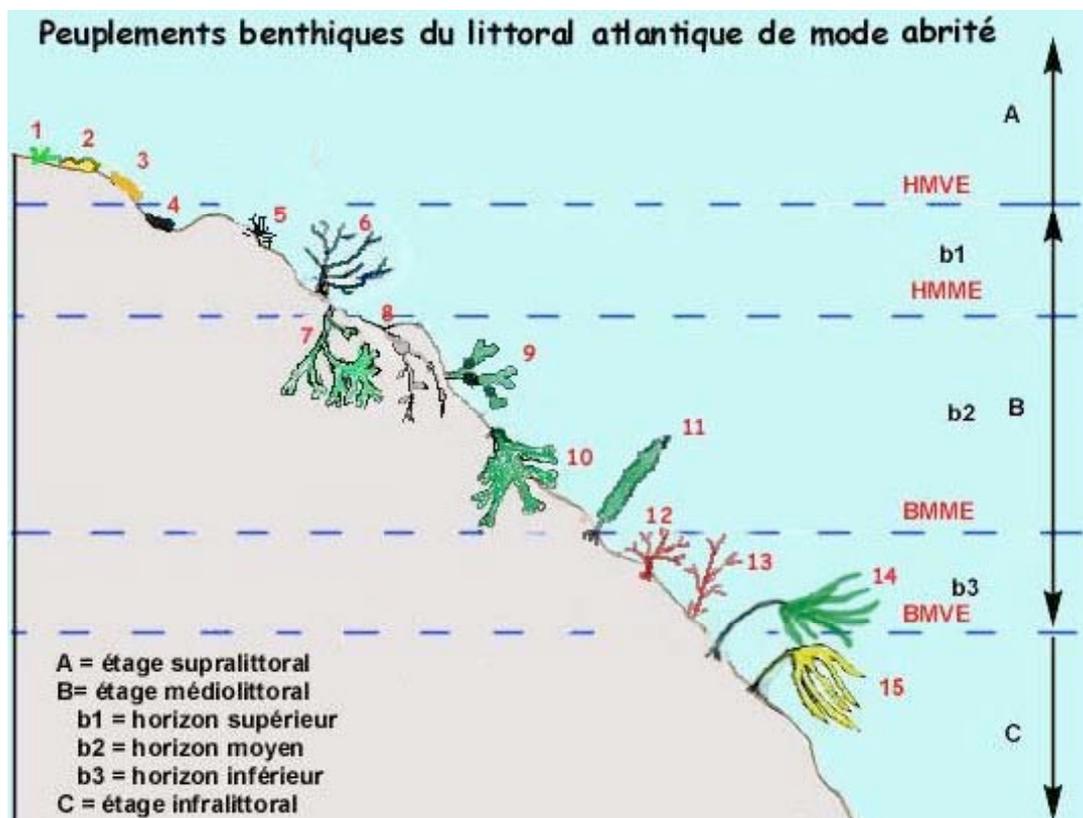
En majorité aquatique dans les eaux douces et marines, les Algues peuvent être aériennes et vivre sur les rochers, les troncs d'arbres (*Trentepohlia*) ou même sur les feuilles (*Cephaleuros*). D'autres vivent dans le sol et constituent, avec des bactéries et des champignons, une microflore dont le rôle biologique est considérable. C'est ainsi par exemple que les Cyanophycées sont capables de fixer, comme certaines bactéries, l'azote atmosphérique et contribuent de ce fait à augmenter la fertilité des sols. Enfin d'assez nombreuses Algues vivent en symbiose, soit associées avec des champignons pour constituer des lichens, soit dans les organes de quelques plantes supérieures. Des Algues symbiotiques (*Zoochlorelles*, *Zooxanthelles* et *Zoocyanelles*) existent, souvent d'une manière constante, dans les cellules de certains protozoaires ou dans les tissus de divers métazoaires marins ou d'eau douce.

Les Algues constituent presque à elles seules le peuplement végétal des océans où elles vivent, soit fixées sur le fond (phytobenthos), soit en suspension dans l'eau (phytoplancton) soit encore flottant en surface (*Sargassum* de la mer des Sargasses).

L'eau est indispensable à la vie des algues (sauf les lichens). L'alternance des émergences / immersions détermine l'apparition de ceintures d'algues. La répartition des algues dans la zone des marées se fait donc selon leur capacité de rétention d'eau et leur résistance à la dessiccation. Les algues subissant une dessiccation subissent également de grands changements de température, de lumière, de pH et de sels. La Pelvétie marque la partie basse de l'estran. Elle est capable de se dessécher à marée basse et de regonfler à marée haute (elle peut survivre plus de 100 jours au sec, mais n'est pas capable de vivre 100% immergée). Un milieu battu n'aura pas non plus la même répartition en algues qu'un milieu calme.

La répartition des algues varie également selon leur composition en pigments. De manière générale, les algues vertes sont plutôt présentes à de faibles profondeurs (la chlorophylle absorbant la lumière rouge, première radiation absorbée par l'eau). Au contraire, les algues rouges sont adaptées à un faible éclaircissement. On les rencontre moins sur nos côtes mais elles règnent dans les profondeurs. Cependant, il existe de nombreuses exceptions.

La répartition des algues varie donc selon la lumière, la température, la salinité, la durée d'émergence, la nature du substrat, les substances nutritives, l'hydrodynamisme, les prédateurs et la compétition entre individus.



1 = Ramaline 2 = Xanthorie 3 = *Caloplaca marina* 4 = *Verrucaria maura* 5 = *Lichina confinis* -
La ceinture à Pelvétie (6) -**La ceinture à Fucus** 7 = *Fucus spirale* -**Ceinture à Ascophylle**
noeux (8) 9 = *Fucus vésiculeux* -**La ceinture à Fucus dentelé (10)** -**La ceinture à Laminaires**
sucrée (11) 12 = *Chondrus crépu* 13 = *Bifurcaria bifurcata* -**La ceinture à Laminaires** 14
 = *Laminaria digitée* 15 = *Laminaria ochroleuca*

3.4. Nutrition et croissance

Les algues ayant des tissus peu spécialisés et pas de racines, l'absorption de l'eau et des nutriments est réalisée par l'ensemble de l'algue. En présence de lumière, la photosynthèse a lieu, permettant la synthèse de molécules organiques. L'utilisation des molécules organiques formées pour la croissance se fait grâce à la respiration.

Certaines algues ont un cycle annuel, d'autre un cycle pluriannuel. Si le milieu est favorable, certaines espèces pluriannuelles peuvent atteindre une vingtaine de mètres.

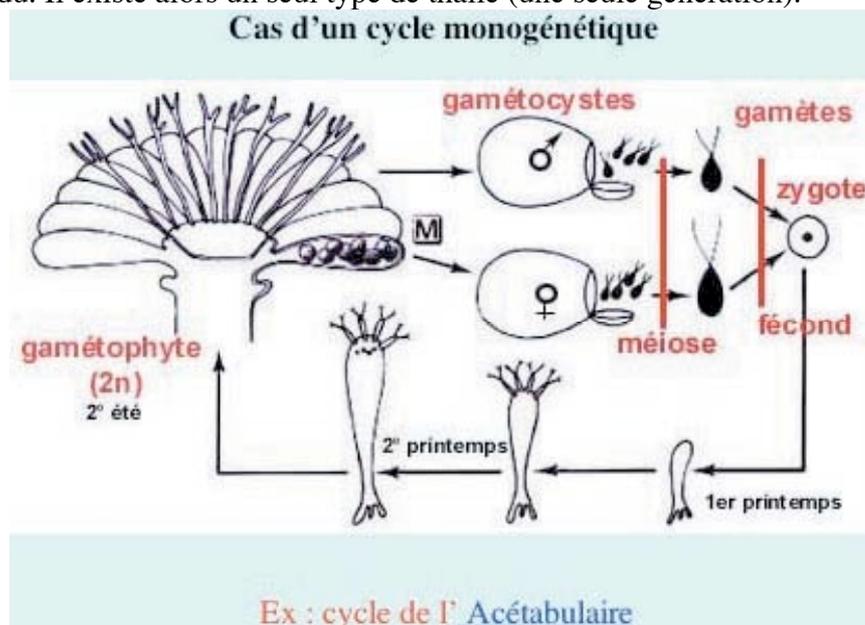
Certaines algues se développent particulièrement en présence de composés azotés. Lorsqu'il y a eutrophisation du milieu (c'est à dire augmentation des nutriments), par une pollution due par exemple aux engrais ou aux stations d'épuration, ces algues se développent. Cela entraîne une marée verte sur les plages ou une marée rouge dans les cultures de coquillages.

3.5. Reproduction

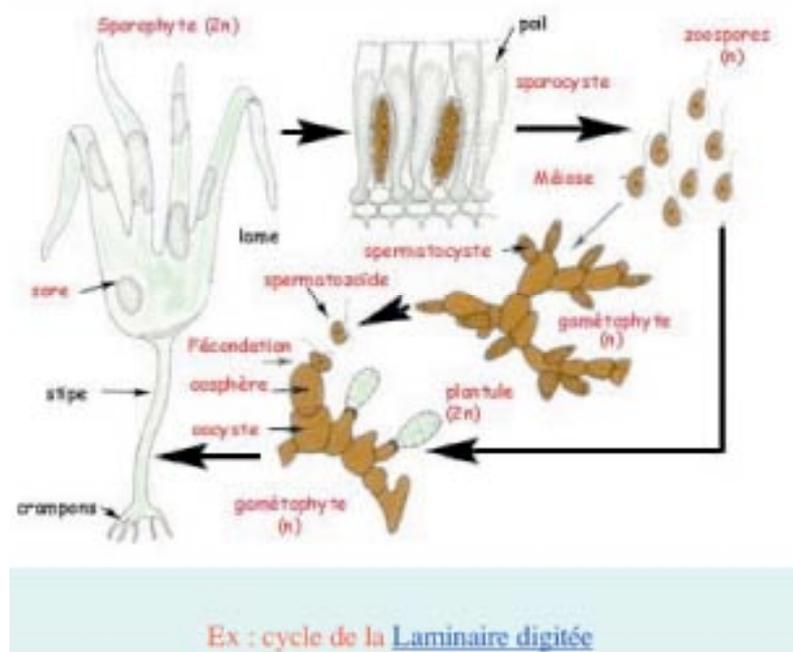
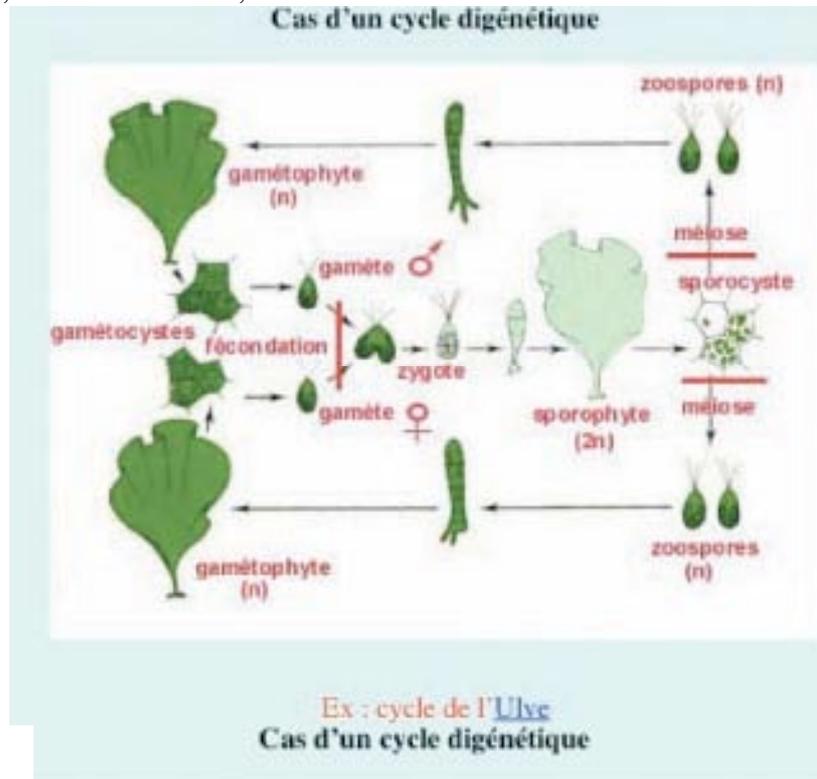
Le mode le plus fréquent de reproduction est asexué. Il y a alors fragmentation du thalle par bouturage ou bourgeonnement. Le thalle peut se briser, être emporté par les courants et donner un nouvel individu. D'autres algues forment des vésicules par bourgeonnement. Il peut également y avoir formation de spores qui vont être dispersés et germer loin de l'algue mère. Les nouveaux individus obtenus sont alors identiques à la plante initiale.

Mais la reproduction peut également être sexuée afin d'assurer un brassage génétique. Les gamètes naissent d'une cellule mère du thalle, le gamétocyste. Ce gamétocyste produit des spermatozoïdes et/ou des oosphères (les thalles pouvant être mâles, femelle, ou hermaphrodites). La fusion des gamètes donnera un zygote. **Les algues possèdent alors plusieurs types de développement :**

- Cycle monogénétique (acétabulaire) : le thalle produit des gamètes mâles et femelles, qui après fécondation donneront le zygote d'où sera issu le nouvel individu. Il existe alors un seul type de thalle (une seule génération).



- Cycle digénétique (ulve) : il y a alternance de 2 générations qui se succèdent. La première est sexuée et fournit les gamètes. La deuxième est asexuée, issue du zygote, fournira les spores. Chez l'ulve, les 2 types de thalle se ressemblent. Par contre, chez le laminaire, les 2 thalles sont de forme différente.



- Cycle trigénétique (rhodophycées) : il y a alternance de 3 générations.

3.6. Importance économique et écologique des algues

Le rôle des algues dans le cycle du carbone de la biosphère est considérable et l'on admet que la quantité de CO₂ qu'elles transforment chaque année en matière organique par photosynthèse est supérieure à celle que puise, dans l'atmosphère, l'ensemble des végétaux terrestres. Les océans sont responsables de 80% de la production d'oxygène (la majorité étant synthétisée par le phytoplancton).

Elles sont également importantes au niveau des écosystèmes car elles représentent un abris pour les crabes, les araignées, les poissons, les éponges, les anémones, les ascidies, les hydraires, les vers...

Economiquement, leur importance est grande. Elles sont utilisées dans de nombreux domaines :

- alimentation humaine (en augmentation)
- alimentation animale (farines)
- agriculture (engrais, compost)
- industrie et médecine : gélose, antimicrobiens, thalassothérapies, pharmacologie

Les Algues ont sans doute d'abord été utilisées par l'homme pour son alimentation. Pratiquement abandonnées pour l'alimentation humaine dans les pays occidentaux, les Algues marines sont par contre abondamment consommées en Extrême-Orient. Au Japon, certaines Algues alimentaires (*Porphyra*) font l'objet de véritables cultures, occupant plus d'un demi million de travailleurs, cultures dont la valeur dépasse largement celle de la culture des huîtres perlières.

Les Algues marines (Fucales et Laminariales en particulier) sont en outre utilisées, soit pour l'alimentation du bétail et des animaux de basse-cour (farine d'algues), soit comme engrais.

Du point de vue industriel, ce sont les Laminaires (*Laminaria digitata* en Europe, *Macrocystis* en Californie) qui représentent la matière première la plus importante. Elles ont d'abord été utilisées jusqu'au début du XX^e siècle pour l'extraction, à partir de leurs cendres, de sels de potasse et de l'iode. À la suite de la découverte de gisements abondants et plus économiques (potasse de Stassfurt et d'Alsace, iode des nitrates du Chili), cette exploitation a été abandonnée.

On extrait des Laminaires des produits organiques, en particulier l'alginate (ou acide alginique), qui est le constituant majeur de leurs parois cellulaires. Les alginates alcalins forment dans l'eau des solutions colloïdales visqueuses tandis que l'alginate de calcium est insoluble comme l'acide alginique lui-même. Les alginates sont utilisés comme épaississants, gélifiants, émulsifiants et stabilisants de produits industriels les plus variés depuis les gelées alimentaires, les produits de beauté, jusqu'aux peintures et aux encres d'imprimerie.

D'autres phycocolloïdes de propriétés un peu différentes sont fournis par des Algues rouges. C'est le cas de la gélose ou agar-agar qui, insoluble dans l'eau froide mais soluble dans l'eau bouillante, donne par refroidissement des gels consistants: son emploi pour la solidification des milieux de culture bactériologiques est classique.

La gélose est surtout produite par des Algues du genre *Gelidium*, et, jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, était presque exclusivement préparée au Japon. D'autres Algues rouges

des mers chaudes (*Euchema*, *Gracilaria*, *Hypnea*) sont également récoltées pour la préparation de l'agar-agar.

Sur les côtes bretonnes, en Grande-Bretagne et en Amérique du Nord, on récolte abondamment les carragaheen (*Chondrus crispus*) renfermant un autre phycocolloïde, la carragahénine, qui fournit des gels moins consistants que la gélose et qui ont, surtout dans les pays anglo-saxons, de nombreuses utilisations dans les industries alimentaires.

Bien d'autres Algues sont exploitées à un moindre degré et à des fins très variées. Une Algue rouge fortement calcifiée, le maërl (*Lithothamnium calcareum*), est utilisée en Bretagne pour l'amendement des terres acides. Pulvérisé, il fournit un calcaire poreux recherché pour ses propriétés absorbantes.

Diverses Algues sont utilisées dans l'industrie pharmaceutique, soit pour leur richesse en oligo-éléments, soit pour les produits antihelminthiques et anticoagulants qu'elles renferment. Certaines pourraient être utilisées comme sources de vitamines (provitamine A et vitamine C) ou d'antibiotiques; on en a également extrait industriellement du mannitol et de l'acide glutamique. Les laminaires chirurgicales sont constituées par des stipes spécialement traités et stériles: elles servent à dilater les trajets fistuleux en chirurgie, ou le col de l'utérus en obstétrique.

Il n'y a pas d'Algues toxiques à l'exception de certaines Dinophycées planctoniques (*Gonyaulax*) qui, ingérées par les moules, peuvent les rendre toxiques pour l'homme.

Certaines Algues unicellulaires d'eau douce (*Chlorella*, *Scenedesmus*, *Spirulina*) sont susceptibles de se multiplier très rapidement à la lumière dans l'eau additionnée de faibles quantités de sels nutritifs (nitrates, phosphates). On a mis au point des techniques de culture à grande échelle de ces Algues qui sont capables, par photosynthèse, de produire rapidement des quantités considérables de glucides, lipides et protides utilisables pour l'alimentation animale et humaine. Le rendement, par unité de surface, de ces cultures d'Algues dépasse de beaucoup celui des cultures agricoles les plus productrices. Elles permettront peut-être de résoudre le problème de la faim dans le monde que pose l'expansion démographique actuelle.

On a également envisagé l'utilisation de telles cultures d'Algues unicellulaires dans les vaisseaux spatiaux où, lors de voyages interplanétaires de longue durée, la photosynthèse de ces Algues aurait le double avantage de fournir un aliment aux cosmonautes et de régénérer l'atmosphère de l'engin spatial par absorption du gaz carbonique et dégagement d'oxygène.

4. L'essentiel

Les végétaux sont capables de synthétiser des molécules organiques à partir de molécules inorganiques. Cette photosynthèse est réalisée dans les plastes, dont les chloroplastes qui contiennent la chlorophylle

Les cellules végétales étaient entourées d'une paroi cellulosique leur conférant une plus grande rigidité.

Une des principales divisions du règne végétal sépare les plantes à fleurs (Phanérogames), des plantes sans fleurs (Cryptogames).

Si on rencontre quelques plantes à fleurs dans nos plongées (Posidonie), les Cryptogames sont les plus représentés (algues).

Les phanérogames sont représentées dans nos mers principalement par la Posidonie (Méditerranée), deux Zostères (Atlantique),

Les racines des posidonies forment un enchevêtrement sur le fond qui gagne 1mètre d'épaisseur par siècle. Dans certains herbiers, cette épaisseur peut atteindre 8mètres.

La reproduction des plantes à fleurs sous-marines peut être sexuée. En effet, les phanérogames ont des fleurs et donc des fruits.

Les herbiers constituent donc un véritable écosystème pivot de la méditerranée.

Les algues possèdent une structure simple, pas de racines, pas de canaux à sève, des cellules peu spécialisées.

On peut distinguer 3 principaux groupes : algues vertes, brunes et rouges, représentant 3 grands chemins d'évolution. Cependant, les couleurs sont parfois trompeuses.

La répartition des algues varie donc selon la lumière, la température, la salinité, la durée d'émersion, la nature du substrat, les substances nutritives, l'hydrodynamisme, les prédateurs et la compétition entre individus.

Le mode le plus fréquent de reproduction des algues est asexué. Mais la reproduction peut également être sexuée. Les algues possèdent alors plusieurs types de développement .

5. Bibliographie

Biologie et phylogénie des algues. Bruno de Riviers. Belin.

Guide des curieux du bord de mer. Vincent Albouy. Delachaux et Niestlé.

Guide sous marin du bassin Méditerranéen. Dino Siméonidis. Delachaux et Niestlé.

La vie : évolution et diversité. Linda Gamlin. France Loisirs.