

FICHE TECHNIQUE – ACTIVITE MISE EN ALGUIER

INTERETS PEDAGOGIQUES :

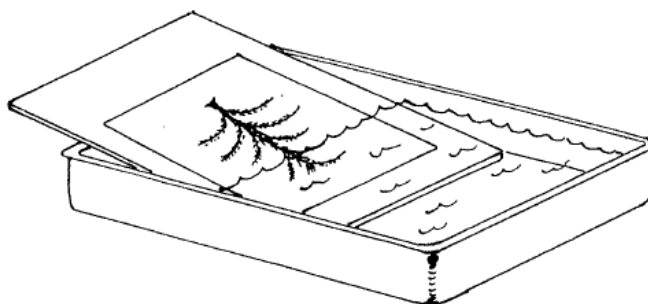
Cette activité permet d'observer des algues et de les conserver pour une étude ultérieure des structures et des organes de reproduction. Elle permet également d'aborder les aspects de la systématique des grands groupes d'algues. Les échantillons séchés peuvent être réhydratés dans de l'eau de mer pour des observations microscopiques ultérieures. Il y a également un intérêt ludique par la réalisation de tableaux d'algues (mélange de différentes algues) ou de cartes postales.

MISE EN ALGUIER :

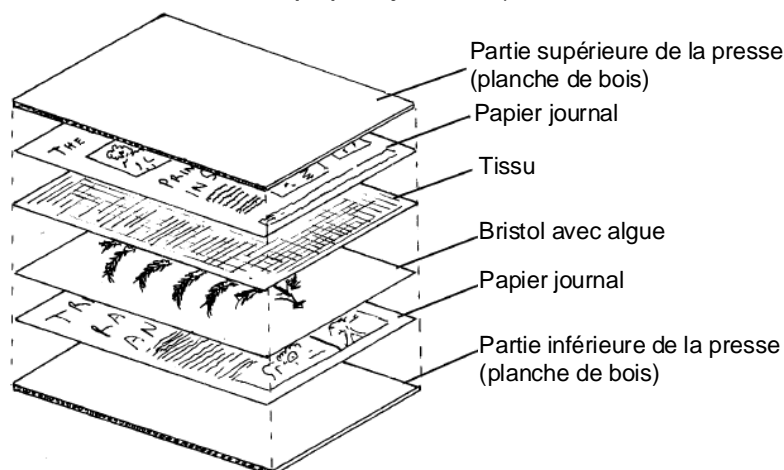
Matériel nécessaire : bassines, eau de mer, feuilles de bristol, bouts de tissus (idéalement morceaux de collants), journaux et presse (ou planches et gros cailloux).

Récolte des algues : choisir un site rocheux et y aller environ 2 h avant la basse mer, si possible lors de grands coefficients de marées (cf site du SHOM). Ramasser des algues en prenant soin de prendre la totalité du thalle, le plus de variété possible ;

Mise en alguier : pour chaque algue, plonger une feuille de bristol dans une bassine remplie d'eau de mer de préférence (sinon les cellules risquent d'éclater et perdre leurs pigments) et étaler au mieux l'algue (cf schéma ci-dessous)



Ensuite sortir la feuille de l'eau, poser un morceau de tissu au dessus et placer l'ensemble entre deux feuilles de papier journal (cf schéma ci-dessous).



Recommencer avec une autre algue en les empilant les unes sur les autres et placer le tout entre les deux parties de la presse. Tous les jours, changer les feuilles de papier journal sans toucher aux tissus. Au bout de 8-10 jours, les algues sont sèches et elles ont adhéré au bristol, enlever les tissus et conserver les échantillons séchés à l'abri du soleil et de l'humidité.

Disposer sur la feuille une étiquette reprenant le nom de l'algue, la systématique (phylum, classe, ordre, famille), la date et le lieu de récolte, le nom de la personne qui a récolté l'échantillon (cf exemple ci-après).

HERBIER	
Famille des :	_____
Nom scientifique	_____
Nom français	_____
Noms vulgaires	_____
Date et lieu de récolte	_____
Habitat	_____
Propriétés, usages	_____

R. SOUBEZ, Naturaliste, 3, Place St-André-des-Arts, PARIS

QUELQUES LIENS UTILES :

Poster : Flore de l'estran rocheux de Wimereux

<http://www.algaebase.org/>

<http://lebrusc.chez-alice.fr/>

<http://www.sb-roscoff.fr/INVENTAIRES/InvAlgues/index.algues.php>

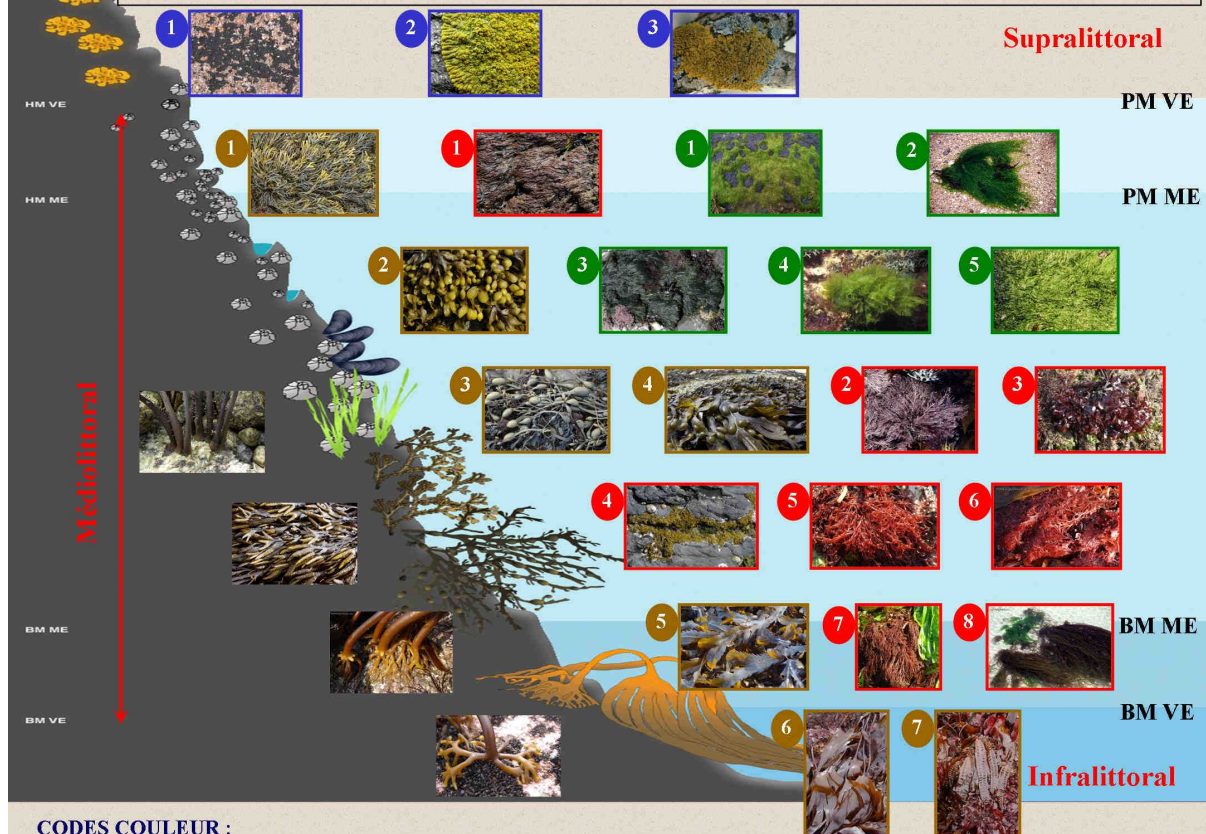
<http://www.shom.fr/>

Fiche réalisée par F. GEVAERT et F. GOULARD

FLORE DE L'ESTRAN ROCHEUX DE WIMEREUX

Les algues occupent l'ensemble des parties rocheuses de la **zone intertidale** (zone de balancement des marées ou estran), des niveaux les plus hauts (**supralittoral**) jusqu'aux plus bas niveaux (**infralittoral**) en passant par les niveaux moyens du **médiolittoral**. Elles s'ancrent définitivement sur la roche par de solides organes de fixation (**disque** ou **crampons**). Il existe 3 grandes divisions d'algues : les algues vertes (**Chlorophyta**), les brunes (**Ochrophyta**) et les algues rouges (**Rhodophyta**).

Les algues présentent des formes très variées : elles peuvent être **filamenteuses**, **foliacées**, coriaces, **calcifiées** ou encore encroutantes. Elles peuvent vivre directement fixées sur la roche (elles sont alors **épilithes**) ou encore sur d'autres algues (elles seront dans ce cas **épiphytes**) ou même en symbiose avec un champignon pour former un **lichen**. Certaines ont des tailles considérables (jusqu'à 100 m de longueur). Elles constituent alors de véritables **forêts** sous-marines... Elles se localisent sur l'estran en **ceintures** souvent bien visibles (étagement, **zonation verticale**).



CODES COULEUR :

Lichen :

- (1) *Verrucaria maura*
- (2) *Caloplaca marina*
- (3) *Xanthoria parietina*

a : laitue de mer ; b : goémon noir

c : fucus ou varech vésiculeux

d : fucus ou varech dentelé ; e : laminaire digitée ; f : laminaire gaufrée ou sucrée ; g : nori ; h : coralline ; i : gracilaire

Algues vertes :

- (1) *Blidingia minima*
- (2) *Ulva compressa*
- (3) *Cladophora rupestris*
- (4) *Ulva lactuca* (a)
- (5) *Ulva intestinalis*

Algues brunes :

- (1) *Pelvetia canaliculata*
- (2) *Fucus spiralis*
- (3) *Ascophyllum nodosum* (b)
- (4) *Fucus vesiculosus* (c)
- (5) *Fucus serratus* (d)
- (6) *Laminaria digitata* (e)
- (7) *Laminaria saccharina* (f)

Algues rouges :

- (1) *Porphyra umbilicalis* (g)
- (2) *Corallina officinalis* (h)
- (3) *Chondrus crispus*
- (4) *Laurencia hybrida*
- (5) *Lomentaria articulata*
- (6) *Plocamium cartilagineum*
- (7) *Ceramium rubrum*
- (8) *Gracilaria gracilis* (i)

Dans les mers à marées, ces algues se répartissent sur l'estran en fonction de leurs **capacités** à faire face aux variations de la **lumière**, de la **température** ou encore de la **salinité** induites par le cycle de marée. Selon leur position bathymétrique sur l'estran, les algues vont endurer des périodes d'émersion variables. Les algues les mieux adaptées à ces modifications sont les algues vertes qui se trouvent donc en haut de la zone intertidale. Viennent ensuite les algues brunes et enfin les algues rouges qui, plus fragiles et moins tolérantes aux variations des **facteurs abiotiques**, se rencontrent au niveau de l'étage infralittoral.



Poster préparé par François Gévaert, enseignant-chercheur à la Station Marine de Wimereux, et Thomas Pollet, étudiant de Master II Recherche, Laboratoire de recherche de l'Université des Sciences et Technologies de Lille. <http://www.univ-lille1.fr/sm-wimereux>. Fond étagement : Ifremer document pédagogique (<http://www.ifremer.fr/envlit/pedagogie/>)

Etagement des algues sur le littoral boulonnais						
Niveau marée	Milieux	Mode battu	Cuvettes sableuses	Cuvettes rocheuses	Parois verticales	Mode abrité
	Etages					
PMGVE 9,50 m PMVE 9 m PMME 7 m Mi-marée BMME 2,50 m BMVE 1 m BMGVE 0,50 m	Supralittoral	Limite de la végétation herbacée halophile				
	Frange supralittorale	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Xanthoria parietina</i> • <i>Caloplaca marina</i> • <i>Verrucaria maura</i> 			<ul style="list-style-type: none"> • <i>Xanthoria parietina</i> • <i>Caloplaca marina</i> • <i>Verrucaria maura</i> 	
	Médiolittoral supérieur	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Prasiola stipitata</i> • <i>Blidingia minima</i> • <i>Porphyra umbilicalis</i> • <i>Porphyra linearis</i> • <i>Hildenbrandia rubra</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Chaetomorpha aerea</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pelvetia canaliculata</i> • <i>Hildenbrandia rubra</i> • <i>Catenella caespitosa</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Pelvetia canaliculata</i> • <i>Hildenbrandia rubra</i> • <i>Catenella caespitosa</i>
	Médiolittoral moyen	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fucus vesiculosus</i> v. <i>linearis</i> • <i>Chondrus crispus</i> • <i>Palmaria palmata</i> • <i>Osmundea pinnatifida</i> • <i>Porphyra dioica</i> • <i>Rhodothamniella floridula</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Coralina officinalis</i> • <i>Osmundea hybrida</i> • <i>Scytosiphon lomentaria</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Lomentaria articulata</i> • <i>Cladostephus spongiosus</i> • <i>Gelidium pusillum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fucus spiralis</i> • <i>Ulva intestinalis</i> • <i>Ascophyllum nodosum</i> • <i>Fucus vesiculosus</i> • <i>Mastocarpus stellatus</i> • <i>Porphyra dioica</i> • <i>Osmundea pinnatifida</i>
	Médiolittoral inférieur	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fucus serratus</i> • <i>Mastocarpus stellatus</i> • <i>Ceramium virgatum</i> • <i>Cladophora rupestris</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Polyides rotundus</i> • <i>Gracilaria gracilis</i> • <i>Ahnfeltia plicata</i> • <i>Dumontia contorta</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Corallina officinalis</i> • <i>Bryopsis plumosa</i> • <i>Sargassum muticum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>ErythroglOSSum laciniatum</i> • <i>Nitophyllum punctatum</i> • <i>Rhodymenia pseudo-palmata</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fucus serratus</i> • <i>Cladophora rupestris</i>
	Frange infralittorale	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Laminaria digitata</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Phymatolithon lenormandii</i> • <i>Chaetomorpha melagonium</i> • <i>Polysiphonia fucooides</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Saccharina latissima</i> • <i>Plocamium cartilagineum</i> • <i>Chondrus crispus</i> • <i>Hypoglossum hypoglossoides</i> • <i>Halurus flosculosus</i> • <i>Cystoclonium purpureum</i> 	
Infralittoral				<ul style="list-style-type: none"> • <i>Polyides rotundus</i> • <i>Ahnfeltia plicata</i> 		

Fiche réalisée par F. GEVAERT

FICHE TECHNIQUE – ACTIVITE CARRAGHENANES

INTERETS PEDAGOGIQUES :

Les carraghénanes sont extraits de certaines algues rouges et utilisés comme gélifiant dans l'industrie agroalimentaire (code E-407). Cette activité permet d'aborder les aspects de l'extraction industrielle, des différences de solubilité de la molécule selon le milieu et des propriétés gélifiantes du produit obtenu. On peut ainsi fabriquer des « yaourts » (cf poster algues alimentaires).

ACTIVITES POSSIBLES :

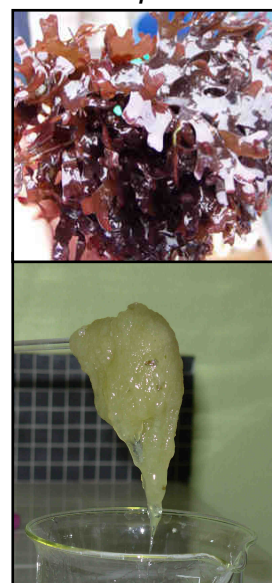
Extraction et précipitation des carraghénanes des algues rouges :

La quantité et la qualité des carraghénanes varient selon les algues rouges considérées. La principale algue utilisée par l'industrie en France est *Chondrus crispus*.

Matériel nécessaire : bain marie à 90°C, quelques pieds de *Chondrus crispus* frais ou séchés (environ 20 g), alcool, filtre nylon.

Protocole expérimental :

- plonger les pieds de *C. crispus* dans 200 mL d'eau et mettre le tout au bain marie à 90°C pendant 3 h
- filtrer pour éliminer les débris d'algues : on obtient une solution visqueuse contenant entre autre les carraghénanes
- verser la solution de carraghénanes dans un volume double d'alcool en agitant avec une baguette en verre ⇒ formation d'un filament blanchâtre de carraghénanes insoluble dans l'alcool
- rincer les carraghénanes à l'alcool et les laisser sécher à température ambiante pendant 24 h puis réduire en poudre au mortier



Mise en évidence du pouvoir gélifiant des carraghénanes :

Les carraghénanes produisent un gel si on les chauffe en présence d'eau ou de lait, la force du gel formé étant fonction de la quantité de carraghénanes utilisé et pour une même quantité de carraghénanes, le gel sera plus fort en présence de lait (synergie avec le calcium et les protéines du lait).

Matériel nécessaire : micro-onde, pot de yaourt en verre, lait, balance de précision, poudre de carraghénane produite ci-dessus.

Protocole expérimental :

- ajouter 50 mg, 200 mg et 500 mg de poudre de carraghénanes dans 50 mL d'eau ou de lait
- mettre à bouillir au micro-onde pour dissoudre les carraghénanes
- laisser refroidir à température ambiante ou au réfrigérateur
- démouler les pots pour estimer la force du gel ainsi formé

QUELQUES LIENS UTILES :

Poster : Flore de l'estran rocheux de Wimereux

Poster : Les algues alimentaires

Poster : L'utilisation des algues

<http://www.refer.mg/cours/wcl/wbalg/pages/psm2.htm>

Fiche réalisée par F. GEVAERT et F. GOULARD

Quelles sont les algues autorisées à l'alimentation humaine ?

Les pays asiatiques sont les principaux consommateurs d'algues. Du fait des migrations et du développement de la macrobiotique, les algues sont de plus en plus consommées, y compris dans les pays occidentaux. En France les algues alimentaires sont encore du domaine de l'exotisme mais une réglementation très stricte a été mise en place en ce qui concerne la commercialisation des algues pour l'alimentation humaine:

- algue = complément alimentaire
- analyse des teneurs en métaux lourds, iode, microorganismes associés obligatoire
- 14 espèces autorisées à la vente :



Fucus



Enteromorpha



Ulva

- algues brunes: *Ascophyllum nodosum*
Fucus vesiculosus
Himanthalia elongata (Haricot de mer)
Undaria pinnatifida (Wakamé)
Laminaria digitata (Kombu)
Laminaria saccharina (Kombu royal)
- algues rouges: *Palmaria palmata* (Dulse)
Porphyra umbilicalis (Nori)
Chondrus crispus (Pioca)
Gracilaria verrucosa (Ogonori)
- algues vertes: *Ulva sp.* (Laitue de mer)
Enteromorpha sp. (Aonori)
- microalgues: *Spirulina sp.*
Odonthella aurita



Ascophyllum



Undaria



Laminaria



Palmaria



Chondrus



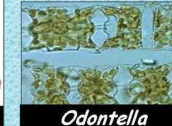
Gracilaria



Spirulina



Porphyra



Odonthella

Sous quelles formes mange-t-on des algues ?

♦ enveloppe des sushis (*Porphyra*)

♦ condiments et aromates: sels, courts bouillons, moutarde...



♦ légume d'accompagnement (*Himanthalia, Undaria...*)



♦ intégrées dans d'autres produits: pain, pâtes, sauces, confitures, liqueurs, caramels....

Flan de *Chondrus* à la vanille

Ingrédients : Deux poignées de *Chondrus* séché, sucre, un litre de lait entier, une gousse de vanille.

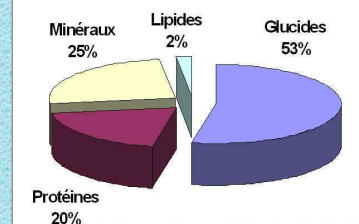
Recette : Faire tremper pendant une heure deux belles poignées de *Chondrus* sec dans de l'eau froide que l'on renouvelle une fois. Égoutter et faire cuire environ vingt minutes dans un litre de lait entier, avec une gousse de vanille fendue en deux. Passer et bien essorer le jus à la passoire fine. Sucre à convenance le jus obtenu (trois cuillères à soupe suffisent), faire cuire encore cinq minutes avec la gousse de vanille, et mettre à gélifier dans des ramequins individuels.



Poster préparé par Fabienne GOULARD, enseignant-chercheur à la Station Marine de Wimereux, Laboratoire de recherche de l'Université de Sciences et Techniques de Lille 1, <http://www.univ-lille1.fr/sm-wimereux>. D'autres recettes sur Internet: www.cadour.net/cuisine/algues.htm; www.cuisineauxalgues.com etc...

Quel est l'intérêt nutritionnel des algues ?

Composition moyenne des algues



♦ richesse en **glucides** dont 35% de fibres solubles ayant des propriétés anti-cholestérol et hypoglycémiantes

♦ teneurs élevées en **minéraux** :

- pour couvrir 100% des apports journaliers recommandés (soit 150 µg d'iode) il suffit de 1 g de paillette d'algues

- le Wakame contient 20 fois plus de calcium que le lait

- la laitue de mer contient 2 fois plus de fer que le germe de blé

♦ richesse en **protéines** et **acides aminés essentiels** (quantité comparable à celle d'un œuf)

♦ faible teneur en **lipides**, principalement des **acides gras polyinsaturés** à longues chaînes (oléique et inoléique), présence d'**EPA** et **DHA**, acides gras essentiels pour le développement du cerveau

♦ cocktail de **vitamines** A (carotènes), B₁₂, C et E.

Les algues sont utilisées depuis la nuit des temps puisque l'on parle de certaines utilisations effectuées par les Egyptiens il y a plus de 3 500 ans. Actuellement les principales utilisations industrielles se font autour des substances gélifiantes. On utilise les **phycocolloïdes** extraits des algues tels que les **alginates** (algues brunes), les **carraghénanes** et l'**agar** (algues rouges) pour leur extraordinaire pouvoir gélifiant. Mais ce n'est pas leur seule propriété intéressante...

En agroalimentaire

C'est le domaine d'utilisation principal des phycocolloïdes (E-400 à E-405 → alginates; E-406 → agar; E-407 → carraghénanes):

- **pouvoir gélifiant** avec les produits laitiers (flans, yaourts...);
- **pouvoir émulsionnant** (crème fouettée);
- **pouvoir stabilisant** (maintien de la pulpe des jus de fruit ou du chocolat en suspension);
- **pouvoir épaississant** (soupes, sauces..).

Dans l'industrie textile

Les **alginates** sont employés depuis le milieu des années 60 dans l'impression des tissus:

- **alginate de sodium** mélangé à la teinture afin d'éviter que le motif ne «bave»;
- **alginate de calcium** en solution ammoniacale après l'impression proprement dite pour former une pellicule brillante, protégeant le tissu des rayons lumineux et empêchant la pénétration des tâches au cœur de la fibre.

En agriculture

Les algues issues de la «laisse de mer» sont utilisées directement en **épandage** dans les champs pour apporter leur richesse en sels minéraux. Les algues calcaires de type «maërl» servent à **amender les sols acides** en remplacement de la chaux.



Des recherches sont en cours afin d'utiliser des extraits d'algues comme **«bioengrais»** permettant d'**améliorer la croissance** des plantes cultivées mais également de **renforcer les défenses naturelles** des plantes contre des agresseurs externes (parasites, champignons, bactéries...).

Dans le traitement des eaux usées

Les algues brunes de type Laminaires sont séchées à l'air libre puis emballées dans des bombonnes qui servent au recyclage des eaux usées: ces algues sont capables de **fixer les métaux lourds** (plomb, mercure) et l'**iode** dans l'eau.



En cosmétique et thalassothérapie

L'**algorithérapie** est l'utilisation d'algues marines sous forme de bain d'algues ou d'enveloppements et fait appel aux propriétés **vivifiantes**, **hydratantes**, **anti-stress** et **restructurantes** de ces algues. Les extraits d'algues présentent également des propriétés **anti-UV** et **anti-oxydantes** qui sont utilisées dans des crèmes solaires et anti-âge, des savons, des shampoings...

On retrouve également les algues comme **agent de texture** dans les rouges à lèvres ainsi que les mascaras.

En médecine

De nombreuses spécialités pharmaceutiques intègrent dans leur formulation des colloïdes algaux comme excipients (sirops, enrobage des pilules et dragées). L'usage des algues en tant que principe actif est plus restreint:



- **dans le domaine des compresses** mises en contact des plaies, les alginates s'illustrent par leur exceptionnelle biocompatibilité: l'alginate de calcium possède une forte capacité de drainage et rétention des exsudats. En outre, les compresses imprégnées d'alginate fixent un grand nombre de bactéries de façon irréversible ⇒ ces bactéries ne prolifèrent pas dans la plaie qui cicatrise beaucoup plus rapidement;

- **dans le domaine des anti-inflammatoires** œsophagiens les alginates sont couramment utilisés (Gaviscon);

- **dans le domaine du traitement de la constipation**, les alginates sont utilisés (dragées Fuca) ainsi que les carraghénanes et agars (effet laxatif mécanique);

- l'alginate de calcium se distingue par son **pouvoir hémostatique** mis à profit dans le traitement des saignements de nez (Coalgan);

- l'acide kaïnique, molécule proche des acides aminés extraite des algues rouges, est un **vermifuge** efficace contre les ascaries et les oxyures;

- l'algue rouge *Porphyra* présente un **effet hypotenseur** important.

Des pistes prometteuses de développement, notamment dans les domaines des anticoagulants, voire des antitumoraux et des antiviraux à plus long terme.

D'autres industries utilisent les algues pour la fabrication de **colles**, **peintures**, **isolants thermiques** (diatomite) et aussi production de **biocarburants** (éthanol, méthane...)...

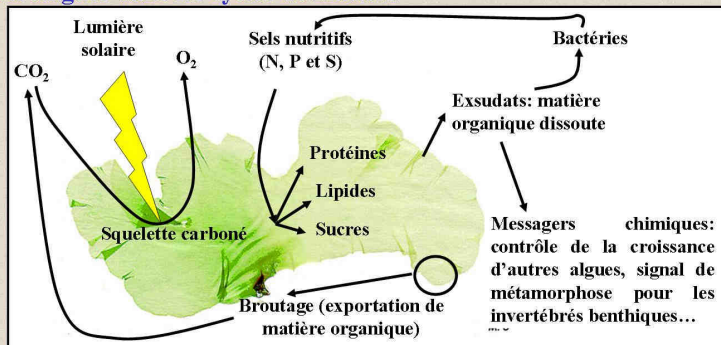


Le rôle des macroalgues dans les écosystèmes côtiers

Producteurs primaires de la chaîne alimentaire, les algues nourrissent les premiers groupes de la chaîne (crustacés, mollusques...), eux-mêmes mangés par d'autres, et ainsi de suite jusqu'aux carnivores. De plus, sur les fonds côtiers rocheux, les grandes algues benthiques fournissent nourriture, abri et lieu de ponte à quantité d'invertébrés et de poissons.

Rôle des macroalgues dans les cycles de matière

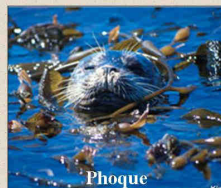
Comme tout producteur primaire, les macroalgues transforment la matière minérale en matière organique via le processus de la photosynthèse. Cette matière organique (protéines, sucres, lipides) est ensuite utilisée pour la croissance de l'algue, l'apport d'aliments pour les herbivores et les bactéries ainsi que comme messageur chimique. L'ensemble de ces processus joue un rôle essentiel dans les cycles biogéochimiques de carbone, d'azote et de phosphore à l'échelle de la planète.



La « forêt de Laminaires », un écosystème complexe

Il s'agit d'un milieu où la biodiversité est maximale du fait, à la fois de la richesse en nourriture, mais également de la diversité des habitats fournis par les macroalgues. C'est d'ailleurs dans ce milieu côtier que la chaîne alimentaire est la plus diversifiée, avec en chaînon terminal la présence des mammifères marins (phoque et loutre). Chaque élément des macroalgues remplit plusieurs rôles : alimentation, habitat et protection.

Frondes: les lames des algues forment une « forêt » dense qui permet à de nombreuses espèces de se cacher des prédateurs (crustacés, seiche, oursins, poissons...). Elles servent également de support à des organismes sessiles (ascidies, algues encroûtantes, hydrides...). Les lames servent également de nourriture pour de nombreux herbivores (gastéropodes, oursins...) et de nombreuses bactéries.



Stipe: il sert de support physique pour la fixation d'autres macroalgues telles que l'algue rouge *Palmaria palmata* qui est ainsi protégées de l'excès de lumière et de la force du courant. De même d'autres organismes sessiles se fixent sur ce support (anémones, hydrides, éponges...).

Crampons et autres organes de fixation: c'est à la fois un lieu de camouflage et de vie pour de nombreux invertébrés de petite taille tels que les gibulles, les vers, les oursins, les étoiles de mer, les petits crustacés ainsi que les moules. Certaines algues se fixent également entre les interstices des crampons afin de pouvoir résister à la force du courant. Les crampons permettent également de piéger les sédiments riches en matière organique détritiques et en bactéries qui s'en nourrissent.

