

COMPLEMENTS A LA CONFERENCE POUR GENTIANA :
« Les lichens et algues de nos côtes, surtout rocheuses. »
par O. MANNEVILLE, LECA-SAJF-UJF Grenoble, Février 2009.

Ce sujet étant nouveau pour la société GENTIANA et abordant des notions assez particulières ou assez techniques, un texte de compléments semblait nécessaire pour préciser des aspects modernes ou pour être utile à ceux qui iraient observer ces organismes sur le terrain.

Précisons, tout d'abord, que les algues et les lichens possédant la photosynthèse ont une composante végétale typique et peuvent donc bien faire l'objet de l'attention d'une société botanique ; les champignons n'ont par contre aucune composante végétale et sont d'ailleurs pour la plupart classés assez près des animaux dans l'Arbre du Vivant (ceci n'empêche évidemment pas les botanistes de s'y intéresser également !).

A Précisions préliminaires sur les Algues et les Lichens :

Ils font partie des organismes dits à thalle (Thallophytes) par opposition aux végétaux supérieurs à tiges (Cormophytes), mais les Thallophytes forment un groupe fourre-tout sans réalité évolutive ou classificatoire précise. Leur organisation est moins complexe : ni vaisseaux conducteurs, ni racines, ni feuilles vraies, ni fleurs. Leur reproduction, plus discrète (Cryptogames de Linné) et parfois complexe (cycle à plusieurs générations), comporte assez souvent des spores.

1) Les Lichens :

Mieux connus que les algues, ce sont des organismes doubles composés d'un champignon à mycélium typique associé à des algues vertes unicellulaires ; il s'agit d'une symbiose bénéfique aux deux partenaires. En Europe, 99% des champignons en cause dans les lichens sont des Ascomycètes (type pézizes et morilles), ce que prouvent leurs organes reproducteurs possédant des asques. Les Lichens sont maintenant interclassés dans les Champignons, même si leur mode de vie très différent s'apparente plutôt à celui de certaines Algues et Bryophytes.

2) Les Algues :

Ce terme général englobe beaucoup d'organismes très différents dont la classification phylogénétique a récemment été entièrement révisée. Les divergences entre les groupes d'algues sont nettement supérieures à celles constatées dans le groupe pourtant varié des Cormophytes : mousses et hépatiques, fougères, lycopodes et prêles, ginkgo, cycas et conifères, angiospermes.

On parlait autrefois (et on peut toujours le faire dans la pratique, mais en connaissant les limites) d'algues bleues (qui ne sont pas de vraies algues, car proches des bactéries), rouges, vertes, jaunes ou brunes en fonction de leur couleur dominante. Si le groupe des algues rouges est homogène, les autres groupes ont éclaté et correspondent à des groupes qui n'ont parfois rien à voir entre eux dans la classification. On trouvera ci-dessous un tableau simplifié, quoiqu'encore assez complexe, de la classification actuelle qui ne présente que les principales lignées.

Même le mode de vie n'est pas un point commun entre les algues, puisque certaines, unicellulaires, flottent dans les eaux douces ou salées (phytoplancton) ou sont fixées sur la vase, les rochers ou les autres algues, d'autres, filamenteuses ou à thalle complexe, sont fixés au fond ou au bord des eaux marines ou lacustres, d'autres, de structure assez simple, ont un mode de vie aérien (sur la terre, la roche ou les écorces) et d'autres encore vivent en symbiose ou parasites sur d'autres êtres vivants. Nous nous limiterons ici aux **algues macroscopiques fixées sur les rivages marins** (ce sont les plus connues, les plus visibles et aussi les plus utilisées, mais pas forcément les plus nombreuses en espèces).

CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES LIGNEES D'ALGUES

(*simplifié d'après DE REVIERS, 2002*). De nombreux groupes mineurs ne sont pas cités ici.

Les Archégoniates (= plantes supérieures, des Bryophytes aux Angiospermes) ont été replacées ici pour comparaison et pour montrer qu'elles sont proches des Streptophycophytes.

Les critères utilisés pour la classification sont uniquement biochimiques et cytologiques.

Embranchements Classes (-phycées)	Pigments	Glucanes de réserve	Nombre membranes plastidiales	Thylacoïdes des plastes	Crêtes mitochon- driales	Flagelles eucaryotiques
<u>Cyanophyta</u> = Cyanobactéries (§)	PC, PE, Chl. a	α 1-4 cytopl.	sans objet	non groupés phycobilosomes	sans objet	jamais de flagelles
<u>Rhodophyta</u> = Algues rouges <i>Rhodophycées</i> §	PE, PC, Chl. a (Chl. d)	α 1-4 cytopl.	2	non groupés phycobilosomes	aplaties	jamais de cellules flagellées
<u>Chlorophyta</u> = Algues vertes 1 <i>Ulvophycées</i> , § <i>Chlorophycées s.s.</i> (§)	Chl. a + b	α 1-4 intraplast.	2	par 2 à 6, grana parfois	aplaties	monades, gamètes et spores : 0, 1, 2, 4 ou n, à insertion apicale, égaux ou non
<u>Streptophyta 1</u> = Streptophycophytes = Algues vertes 2 <i>Zygnemathophycées</i> , § <i>Charophycées</i> §	Chl. a + b	α 1-4 intraplast.	2	par 2 à 6, grana parfois	aplaties	monades, spermatoz. et spores à 2 flagelles, à insertion latérale ou pas de cellules flagellées
<u>Streptophyta 2</u> = <u>Embryophyta</u> = Archégoniates Pour mémoire	Chl. a + b	α 1-4 intraplast.	2	empilés, grana	aplaties	spermatoz. à 2 à n flagelles, à insertion latérale ou pas de cellules flagellées
<u>Euglenophyta</u> <i>Euglenophycées</i>	Chl. a + b	β 1-3 cytopl. (paramylon)	3	par 3	aplaties discoïdes	monades à 2 (4), dans une invagination antérieure ; souvent un seul émerge
<u>Ochromphyta</u> = Chromophytes p.p. = Algues brunes s.s. <i>Haptophytes</i> , (§) <i>Diatomophycées</i> , (§) <i>Xanthophycées</i> , § <i>Phéophycées</i> §	Chl. a + c (ou a + e) fucoxanthine, brune, proche des xanthophylles	β 1-3 vacuolaire	4	par 3, avec lamelle périphérique	tubulaires	monades, gamètes et spores hétérocontés = porteurs de 2 flagelles de structure différente
<u>Dinophyta</u> = Péridiniens	Chl. a + c	α 1-4 cytopl.	3	par 3, espacés sans lamelle périphérique	tubulaires	toutes cellules à 2 flagelles disposés perpendiculairement dans des sillons spéciaux

COMPLEMENTS ET PRECISIONS :

- PE = phycoérythrine ; PC = phycocyanine - forment les phycobilines hydrosolubles et fixées à la surface des thylacoïdes. Chl. = chlorophylle.

On trouve, de plus et fréquemment, divers caroténoïdes et xanthophylles comme pigments annexes.

- Monade = cellule végétative (thalle unicellulaire) flagellée ; vie parfois coloniale

- § ou (§): groupes comprenant, souvent ou rarement, des macroalgues bien visibles à l'œil nu, parfois parce qu'elles vivent en colonies (cas des Cyanobactéries et des Diatomophycées) ; on trouve des algues atteignant 20 m de long chez les Phéophycées.

Les autres algues sont microscopiques et unicellulaires, planctoniques ou fixées sur divers substrats.

- Ochromphyta = Heterokontophyta ; Zygnemathophycées = Zygnophycées ; Diatomophycées = Bacillariophycées = Diatomées ; exemples d'Haptophytes : Coccolithophoridées et de Xanthophycées : genre *Vaucheria*.

B Facteurs écologiques des côtes marines régissant la répartition des algues et des lichens :

De nombreux facteurs écologiques agissent sur la répartition des êtres vivants des littoraux marins ; ils sont le plus souvent corrélés entre eux, ce qui complique parfois l'interprétation.

1) Durée de submersion par la mer :

Ce facteur est primordial sur les côtes, dites à marées, de l'Atlantique et de la Manche et très secondaire en Méditerranée. Deux fois par 24 h - deux cycles en 24h 45 environ, la zone intertidale ou estran se trouve alternativement submergée par la marée haute et émergée à marée basse, ce qui a forcément une incidence sur la flore et la faune de ces côtes, essentiellement d'origine marine. De plus, suivant le cycle lunaire et celui des saisons, l'amplitude de ce balancement sinusoïdal des marées varie fortement : importante vers la pleine lune ou la nouvelle lune et vers les équinoxes ; assez faible vers les premiers et derniers quartiers de lune et les solstices. Ainsi les algues situées dans les niveaux les plus élevés devront subir une période sans immersion marine d'environ 80 % du temps et être, de plus, soumises à l'ensoleillement direct, à l'eau douce des pluies et aux variations thermiques et de salinité. Les conditions seront évidemment plus tempérées pour les espèces du bas de l'estran qui sont souvent identiques à celles de la zone immergée en permanence.

Le marnage est typique d'un lieu donné et dépend de la conformation des côtes : au maximum, lors des marées de vives-eaux, 14 m dans la baie du Mont Saint Michel, 8,5m à Roscoff, environ 6 m au Havre et à Nantes, un peu plus de 4 m à Biarritz. Il n'est que de quelques dm en Méditerranée. On définit ainsi trois étages sur le littoral marin : l'étage **supralittoral**, en continuité directe avec les écosystèmes terrestres, qui n'est immergé que pendant les très grandes marées et les tempêtes, mais est soumis aux embruns salés apportés par le vent ; l'étage **infralittoral**, dont le niveau supérieur n'est émergé que rarement aux grandes marées et durant moins d'une heure d'affilée ; il se prolonge jusqu'à 10 à 30 m sous la mer. Entre les deux, l'étage **médiolittoral** constamment balayé par les marées et que l'on a subdivisé en trois niveaux (voir schéma plus loin).

L'existence de cuvettes ou de mares dans le médiolittoral peut permettre la vie d'espèces d'algues ne supportant pas la dessiccation et profitant du maintien de l'eau dans les dépressions de l'estran. Les algues du médiolittoral supérieur supportent très bien la dessiccation et peuvent perdre la moitié de leur eau sans mourir (cas de *Pelvetia canaliculata*).

2) Agitation de l'eau :

Ce facteur dépend aussi de la conformation des côtes : agitation sur les caps rocheux exposés ou au pied des falaises et calme au fond des baies abritées et des estuaires. On définit ainsi les modes battu, semi-battu et calme, avec tous les intermédiaires. Cela aussi a une forte influence sur les algues. Certaines espèces au thalle fragile ou très long sont déchiquetées ou arrachées du support par les fortes vagues tandis que d'autres ont besoin d'une eau battue très oxygénée par les vagues et les courants pour survivre. Les algues encroûtantes calcifiées (Corallinacées, rose) ou non (*Hildenbrandia rubra*, lie-de-vin, ou *Ralfsia verrucosa*, brun foncé) résistent bien à l'agitation.

Il faut remarquer qu'un même site côtier peut être très battu dans le médiolittoral supérieur (par la houle de marée haute qui arrive sans obstacle) et relativement calme dans le médiolittoral inférieur (où les vagues sont freinées par divers obstacles à marée basse). Les côtes calmes ont plus tendance à s'ensabler alors que les côtes battues sont rocheuses ou sableuses.

Sur les côtes battues, l'étage supralittoral, influencé par les embruns, peut devenir très large et on y observe alors de très grandes ceintures à lichens (plus de 20 m sur les falaises de Ouessant, Quiberon ou de la Hague) ; les conditions y sont tellement dures que les lichens sont favorisés dans leur compétition par rapport aux plantes vasculaires. Par contre, ces ceintures sont réduites au minimum (20 cm de haut en tout) dans les abers ; les conditions calmes permettent même aux arbres de coloniser totalement le terrain et leurs branches trempent parfois dans l'eau à marée haute.

Enfin, une même algue peut présenter deux formes suivant le mode qu'elle subit (accommodation) : ainsi *Fucus vesiculosus* possède un grand thalle à lame large et molle avec des flotteurs en milieu assez calme et un petit thalle rigide et étroit, sans flotteurs en milieu battu.

PRINCIPALES CEINTURES D'ALGUES ET LICHENS DES COTES ROCHEUSES DE LA MANCHE ET DE L'ATLANTIQUE, EN FONCTION DES ETAGES

(d'après A. DAVY DE VIRVILLE et P GAYRAL).

Le coefficient des marées va de 20 (très petite marée) à 120 (très grande marée) ; le 0 des cartes marines correspond à la basse mer de coeff. 120 et le 0 des cartes terrestres au milieu de l'étage médiolittoral (niveau moyen de la mer).

coeff.	E T A G E S		CEINTURES CONSTANTES								CEINTURES SPORADIQUES						
			LICHENS					ALGUES			LICHENS		ALGUES				
	NIVEAU DE LA MER		<i>Xanthoria parietina</i>	<i>Caloplaca marina</i>	<i>Verrucaria maura</i>	<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Fucus spiralis</i>	<i>Fucus vesiculosus</i>	<i>Fucus serratus</i>	<i>Laminaires</i>	<i>Lichina confinis</i>	<i>Lichina pygmaea</i>	<i>Rivularia bullata</i>	<i>Ascohyllum nodosum</i>	<i>Nemalion helminthoides</i>	<i>Bifurcaria bifurcata</i>	<i>Himanthalia elongata</i>
	S U P R A		↑	↑	↑												
120																	
95	M E D I O	Pleines mers de vive-eau	↑	↑	↑						↑	Rochers battus	Rochers semi-battus	Rochers abrités	Rochers océaniques battus	manque dans les baies	autour des grandes presqu'îles
45	L I T T O R A L	Pleines mers de morte-eau				↑	↑	↑			↑	↑	↑	↑			
20		NIVEAU MOYEN															
20																	
45		Basses mers de morte-eau						↓	↑					↓	↑		
95		Basses mers de vive-eau						↓	↓	↑				↓	↓	↓	↓
120																	
	I N F R A																

3) Nature du substrat :

La majorité des grandes algues vivent fixées sur un substrat dur, par leurs crampons, disques ou rhizoïdes, et meurent assez vite si elles s'en détachent. Les côtes rocheuses seront donc leur biotope favori avec des variations importantes suivant les roches : le granite, le gneiss et le grès grossier à la surface rugueuse sont les plus favorables tandis que le quartzite très lisse ou le calcaire marneux et le craie, facilement délités par la mer, sont moins favorables. Certaines petites espèces d'algues sont fixées en épiphytes sur d'autres algues ou sur les zostères, phanérogames marines.

Il n'y a pas d'algues sur les galets et les sables grossiers du médiolittoral, car ces dépôts bougent sans cesse et broient toutes les germinations d'algues ; sur les sables fins et dans les vases, milieux plus calmes, on peut trouver quelques rares espèces d'algues macroscopiques fixées sur des coquilles ou des petits cailloux (*Gracilaria verrucosa* et des algues vertes) ou carrément enfoncées dans la vase (*Vaucheria* et diverses algues vertes, *Fucus lutarius* aux Iles Chausey (50)).

4) Eclaircissement :

Les Algues (et les Lichens) ont besoin de lumière pour la photosynthèse, mais un trop fort éclaircissement est souvent nocif pour des organismes habitués à être protégés par une couche d'eau parfois trouble. A l'étage médiolittoral, certaines espèces se réfugient donc pour se protéger de la lumière soit sous d'autres algues plus grandes, soit à la base des rochers toujours humides (*Cladophora rupestris*, vert sombre) soit sous les surplombs rocheux (*Plumaria plumosa*), soit sur les faces ombragées des blocs, soit dans les cuvettes profondes.

De nombreuses algues vertes supportent bien un fort éclaircissement ainsi que les algues brunes des niveaux supérieurs tandis que la majorité des algues rouges préfèrent les éclaircissements moyens à faibles ; *Catenella repens* est une toute petite algue rouge articulée des hauts niveaux en tapis abrité du soleil sous les fucus. Dans les eaux vaseuses des estuaires et baies, la luminosité est rapidement très faible à cause de la turbidité et le nombre d'espèces d'algues est également faible.

5) Températures et ses variations :

Certaines algues aiment les eaux chaudes et d'autres les eaux froides. Certaines supportent les forts écarts de température au cours de la journée (comme les fucacées et certaines vertes) et peuvent donc vivre dans les hauts niveaux de l'estran longuement soumis à la chaleur solaire, au vent ou au gel. Les autres se cantonnent à l'ombre ou dans les bas niveaux plus tempérés, comme de nombreuses algues rouges très fragiles.

6) Salinité de l'eau et ses variations :

Sur la majeure partie des côtes marines, l'eau de mer contient environ 33 à 36 g par litre de sels divers, concentration convenant bien à la majorité des espèces d'algues. Par contre, dans les estuaires où arrivent les fleuves, l'eau est diluée et saumâtre avec de fortes variations suivant l'état de la marée, les périodes de crues ou d'étiages ; quelques algues sont bien adaptées à ces conditions difficiles (algues vertes et bleues, diverses *Vaucheria*, un *Fucus* spécial, *Fucus ceranoides*, cantonné aux estuaires). Indiquons de plus que les pluies ou le fort ensoleillement du médiolittoral supérieur et du supralittoral font fortement varier la teneur en sels des lichens et des algues qui y vivent.

7) Teneur en nitrates ou en phosphates :

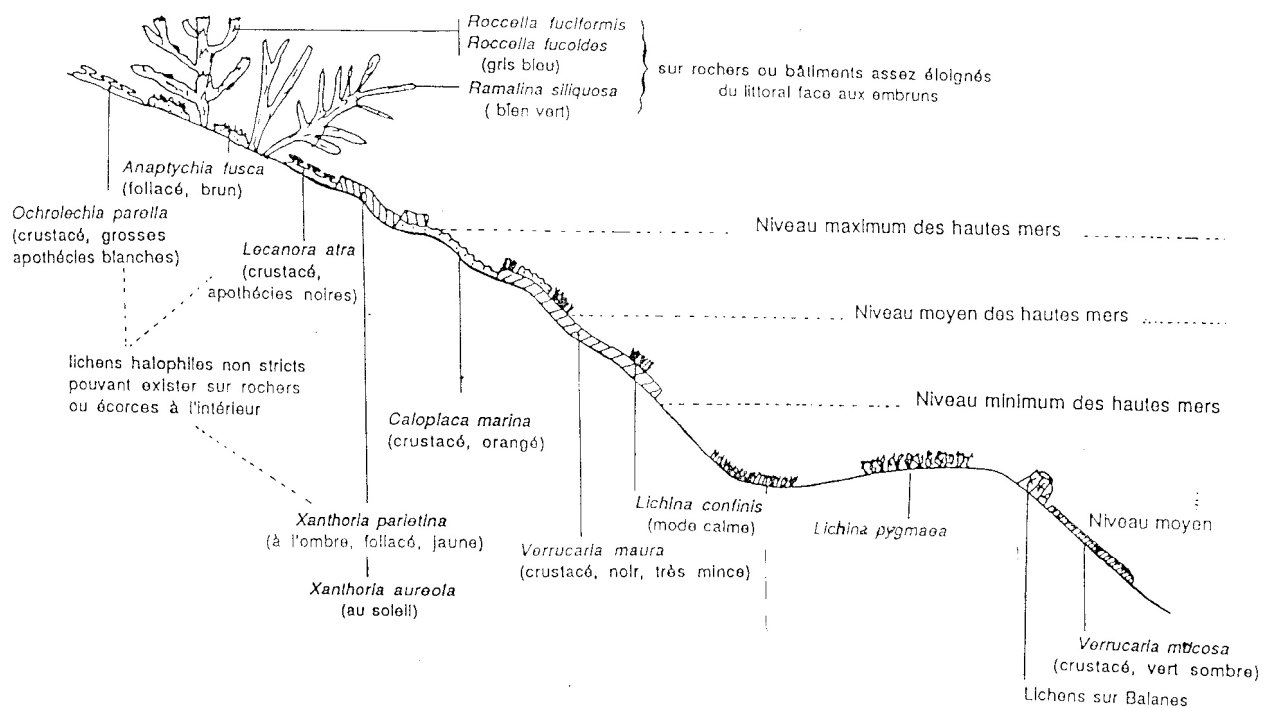
Ce dernier facteur est directement lié aux activités agricoles et humaines ; en effet, l'arrivée de ces « polluants » enrichit le milieu et provoque la prolifération d'algues opportunistes (le plus souvent vertes comme la laitue de mer, ou ulve, ou unicellulaires planctoniques) qui asphyxient totalement le système et finissent par éliminer d'autres organismes, sans compter les nuisances pour le tourisme ou la conchyliculture.

C Diversité et écologie des algues et lichens sur les côtes Atlantique-Manche (essentiellement celles du Massif armoricain qui sont les plus riches) :

1) Diversité des types morphologiques et des couleurs des lichens :

De très nombreuses espèces de lichens peuvent se rencontrer sur les rochers littoraux, dont certains vivent aussi à l'intérieur des terres (*Xanthoria parietina*, *Anaptychia fusca*...) et d'autres sont typiques du littoral marin (*Verrucaria maura*, *Lichina* spp., *Roccella* spp...). La plupart des espèces sont nettement terrestres (supralittoral) et assurent la transition entre les végétaux supérieurs des rochers et les algues plus liées à la mer ; de rares espèces sont régulièrement immergées sous la mer comme les deux *Verrucaria*, les deux *Lichina* et une espèce microscopique fixée sur les carapaces calcaires des crustacés fixés que sont les balanes (*Arthopyrenia halodytes*).

On peut reconnaître les plus fréquents par leurs formes variées : en croûte plus ou moins épaisse, en thalle foliacé plus ou moins collé à la roche, en arbuscule plus ou moins ramifié et large, ou grâce à leurs couleurs contrastées : noir ou vert sombre, jaune ou orange, verdâtre, bleuâtre, gris à blanc, brun foncé...



REPARTITION DES LICHENS SUR LES ROCHERS
SILICEUX DES COTES ARMORICAINES

2) Diversité des thalles et des modes de vie des algues :

Dominance ou absence des brunes

En général, les algues brunes au thalle complexe (Fucales et Laminariales) dominent sur les côtes non polluées par les nitrates ; c'est pourquoi la majorité des ceintures d'algues portent le nom d'une phéophycée. Si *Pelvetia*, *Bifurcaria*, les *Fucus* et les *Cystoseira* ont de 5 à 60 cm de long, les genres *Laminaria*, *Saccorhiza*, *Alaria*, *Sargassum*, *Himanthalia*, *Chorda*, *Halidrys* et souvent *Ascophyllum* dépassent 1 m et atteignent parfois plusieurs mètres de long. La biomasse de ces algues est parfois très importante et permet leur exploitation semi-industrielle ; les champs de laminaires de l'infra-littoral sont impressionnants et on n'en voit que la partie supérieure à marée basse. Dans les secteurs calmes, le médiolittoral est colonisé sur une grande largeur par *Ascophyllum nodosum*, qui forme un tapis très épais et glissant sur les rochers et les blocs. Les flotteurs, qui permettent aux algues de se tenir verticalement vers la lumière à marée haute, sont plus développés en mode calme. En mode semi-battu, *Pelvetia* et les divers *Fucus*, aux thalles dichotomiques plus petits et moins fragiles, sont disposés en ceintures parallèles assez nettes. En mode très battu, les rochers du médiolittoral supérieur et moyen sont quasiment dépourvus de grandes algues ; on n'y trouve en abondance que des balanes ou des moules et, parfois, les petites ourtes bleu-vert d'une « algue bleue » nommée *Rivularia bullata* ou, un peu plus bas, les axes mous, rougeâtres et peu ramifiés de *Nemalion helminthoides*.

Résistance des vertes aux conditions difficiles

Dans certains secteurs, soit vaseux et saumâtres, soit riches en nitrates, les algues vertes (*Ulva* et *Enteromorpha* surtout) se remarquent de loin, surtout du printemps à l'été ; elles poussent très vite, résistent bien à l'émersion et se détachent facilement pour s'accumuler en haut des plages pour former les « marées vertes » si décriées ; il existe de nombreux autres genres qu'il faut souvent déterminer au microscope. Dans les estuaires, elles se partagent l'espace avec quelques Fucales résistantes ; on y trouve aussi des espèces bien particulières, dont des « algues bleues » discrètes, les *Vaucheria* fixées dans la vase (groupe dit des « algues jaunes » alors qu'elles sont en fait vert foncé !) et une algue rouge, *Bostrychia scorpioides*, qui vit curieusement dans les hauts niveaux rarement immergés, fixée sur la vase du schorre ou sur les tiges de la Chénopodiacee *Halimione portulacoides*.

Diversité, beauté et fragilité des rouges

Si la diversité des formes chez les algues brunes et vertes est déjà assez importante, cela est encore plus net chez les centaines d'espèces d'algues rouges de nos côtes (*voir les deux planches jointes en annexe à la fin de ce texte*). Elles rendent très bien en alguier et se gardent souvent très longtemps intactes, y compris leurs couleurs ! Peu d'espèces dépassent 15 cm. On trouve des axes épais ou fins, ronds ou aplatis, filamenteux, dichotomiques ou plumeux, mous, souples ou rigides, et même parfois articulés, des tubes creux, des croûtes épaisses ou fines, des frondes irrégulières plus ou moins découpées et parfois mucilagineuses, ou encore, dans la famille des Délessériacées, des thalles à allure de « feuille avec limbe, nervures et pétiole ».

Peu diversifiées au dessus du niveau de la mi-marée, les algues rouges voient leur nombre d'espèces augmenter rapidement quand on s'approche de l'infra-littoral, car la majorité d'entre elles sont fragiles et craignent l'émersion, le soleil ou la pluie ; une expérience simple le prouve, car il suffit de mettre une algue rouge plumeuse ou en lame fine dans de l'eau douce pour faire éclater les cellules qui se décolorent rapidement. Si de nombreuses espèces sont difficiles à trouver sur le terrain, quelques espèces sont assez abondantes et forment des zones rouges sur l'estran : blocs à liken ou pioka - noms bretons de *Chondrus crispus* et de *Mastocarpus stellatus* - et à *Palmaria palmata*, tapis de *Rhodothamniella floridula* agglomérant le sable sur les blocs, fissures colonisées par *Osmundea pinnatifida* et *Lomentaria articulata*. De nombreuses espèces sont épiphytes sur d'autres algues, dont les stipes de laminaires : divers *Ceramium* et *Polysiphonia*, *Callophyllis laciniata*, *Rhodymenia pseudopalmata*, *Delessaria sanguinea*...

Des milieux particuliers, les cuvettes

Les cuvettes des niveaux inférieurs (en dessous de la mi-marée) et les rochers toujours humides à l'ombre accueillent quelques espèces supplémentaires comme la brune et dichotomique *Bifurcaria bifurcata*, *Codium dichotomum* au thalle mou vert foncé et assez épais et diverses algues rose pâle au thalle raide et calcifié ; ces dernières sont des Corallinacées en croûtes plaquées au rocher (genres *Lithophyllum* et *Lithothamnion*) ou en axes ramifiés et articulés (genres *Corallina* et *Jania*). Parfois, des espèces franchement infra-littorales, comme la brune *Dictyopteris membranacea* ou la rouge *Phyllophora crispa* remontent dans les cuvettes les plus fraîches.

Des algues invasives du monde entier !

Quelques espèces ont envahi les côtes atlantiques européennes depuis un siècle, surtout à la faveur des échanges de naissain d'huîtres. On peut citer la grande algue brune *Sargassum muticum* (Japon) arrivée à la fin des années 1970, une autre brune *Colpomenia peregrina* (Pacifique américain) et diverses rouges dont *Dasyphonia* sp., *Grateloupia turuturu* et la plus récente et minuscule *Caulacanthus ustulatus* (provenant toutes du Japon) et aussi une espèce d'Australie. Cette dernière espèce présente dans son cycle vital, tout comme d'autres algues d'ailleurs, deux phases morphologiques très différentes, l'une à n chromosomes et l'autre à 2 n chromosomes, qui ont été à l'origine désignées sous deux noms de genres et d'espèces différents avant que l'on ne puisse éclaircir précisément leur mode de reproduction : la phase à 2 n se nomme *Falkenbergia rufolanosa* et vit en milieu battu tandis qu'*Asparagopsis armata* (n) préfère les zones calmes.

D Quelques particularités des côtes rocheuses méditerranéennes :

Des étages supérieurs très réduits

L'absence de marées conséquentes fait que, d'une part, l'étage médiolittoral est très étroit et que, d'autre part, il est difficile d'observer ou de récolter les algues sans se baigner ou parfois plonger ; l'agitation de l'eau ou le niveau d'éclairement ont plus d'importance que la durée d'émersion pour expliquer la répartition des algues. L'étage supralittoral est tellement grillé par le soleil qu'il n'y a rien en dehors de quelques « algues bleues » et de très rares lichens ; le médiolittoral comporte peu d'espèces, à part quelques algues vertes ou brunes en lame, tube ou filaments similaires à celles de l'Atlantique, une algue rouge en lame frisstée, *Rissoella verruculosa*, et, très localement, une curieuse algue calcaire (Corallinacées) formant un encorbellement (ou trottoir) très solide sur lequel on peut marcher et qui s'avance vers le large, *Lithophyllum byssoides*, très proche de *Tenarea tortuosa*.

Grande diversité de l'infralittoral

Les rochers de l'infralittoral sont beaucoup plus riches en espèces jusqu'à des profondeurs nettement plus fortes que dans la Manche car les eaux sont en plus claires. En profondeur et sous les surplombs s'installent des espèces sciaphiles, alors que les espèces photophiles se trouvent près de la surface. Une difficulté supplémentaire est que, à cause de la pauvreté des eaux en certains éléments nutritifs, la majorité des algues de Méditerranée sont de très petite taille (moins de 5-10 cm), surtout chez les algues rouges qui comportent, sous une forme naine, de nombreuses espèces également présentes en Atlantique ! Chez les algues brunes, il n'y a pratiquement plus de *Fucus* ou de *Laminaria* qui sont remplacés par de nombreuses *Cystoseira* et quelques *Sargassum* indigènes. En milieu calme, on peut admirer l'algue brune en éventail *Padina pavonia*. Enfin, certaines algues vertes sont très spéciales : *Acetabularia*, unicellulaire très pâle de 3 cm de long et en forme de parasol, *Halimeda tuna* à larges articles calcifiés, diverses *Caulerpa* indigènes et rampantes ainsi que l'étonnante boule creuse de *Codium bursa* qui peut atteindre 10 cm de diamètre. On y trouve aussi de nombreuses autres, Lithespèces de Corallinacées, rouges et calcifiées, en arbuscules ou en croûtes plus ou moins épaisses, caractère commun avec les récifs coralliens tropicaux.

Encore des invasives !

Parmi les algues invasives, citons encore l'algue brune *Sargassum muticum* des parcs à huîtres et aussi la célèbre algue verte d'origine tropicale *Caulerpa taxifolia*. Cette dernière a rapidement envahi de nombreux secteurs des côtes méditerranéennes où elle élimine les autres algues mais aussi les posidonies, monocotylédones marines des fonds sablo-vaseux, et s'avère de plus toxique pour la faune. Il est presque impossible de l'éliminer correctement, car un tout petit bout suffit à faire redémarrer une population (bouturage).

E Utilisations des algues :

On les utilisait autrefois pour en extraire de la soude par brûlage dans des fours à sel le long des côtes bretonnes, pour engraisser les champs (grosses algues brunes en laisse sur les plages après les tempêtes, nommées varech en Normandie et goémon en Bretagne) ou pour apporter du calcaire à partir de petites algues calcifiées draguées sur les fonds (maërl en breton, *Lithothamnion calcareum*).

Actuellement, ces usages ont régressé, mais les algues sont de plus en plus utilisées pour l'alimentation directe (haricot de mer, ulve, porphyre), pour l'extraction d'alginate des laminaires, arrachées par bateau en mer d'Iroise, de l'agar-agar des *Gelidium* et des carraghénanes des algues rouges nommées liken en breton (*Chondrus* et *Mastocarpus*) et cueillies à la main à grande marée basse, ces trois substances servant de support, gélifiant ou de colle pour divers produits, dont des aliments, et aussi pour leurs propriétés médicinales (vitamines, sels minéraux, bains d'algues ...).

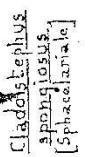
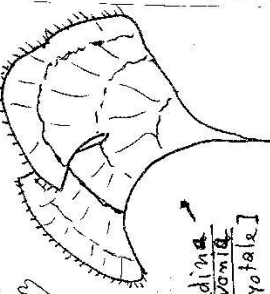
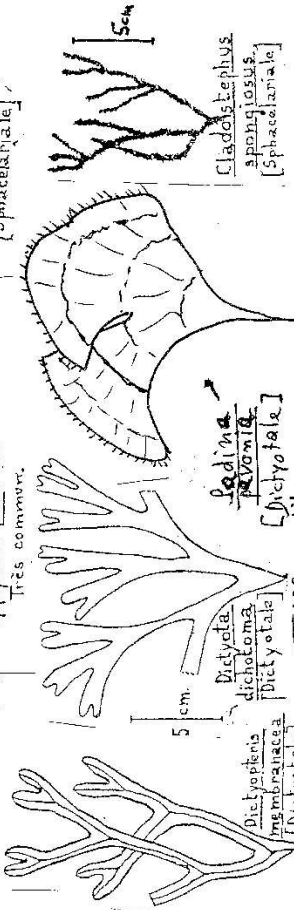
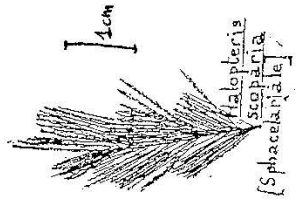
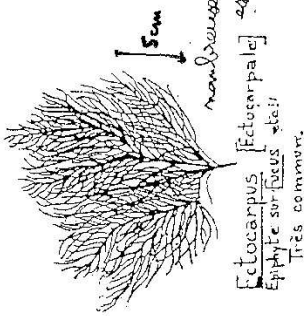
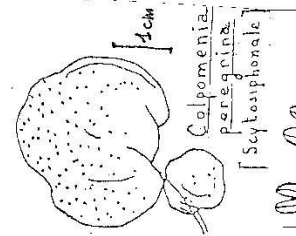
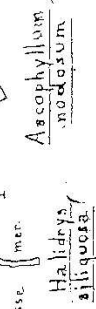
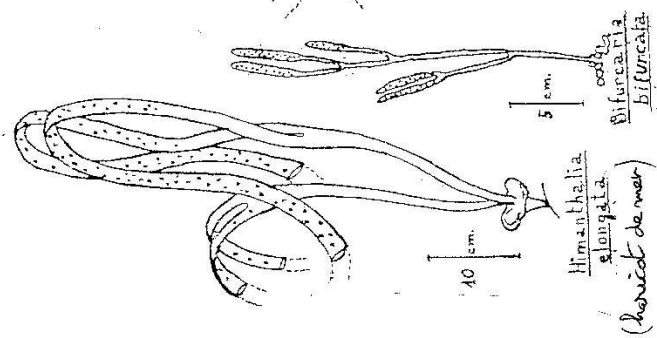
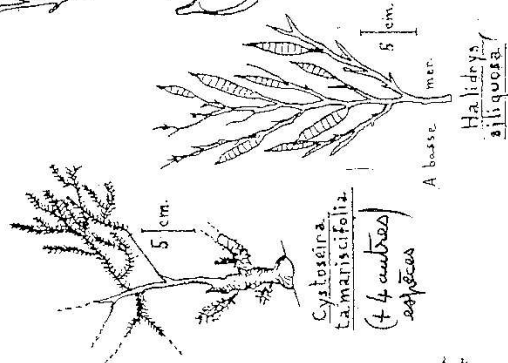
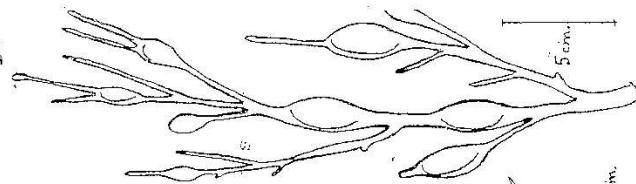
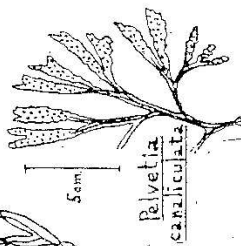
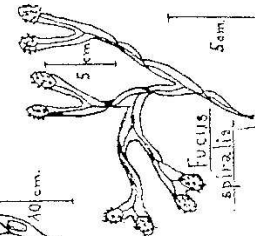
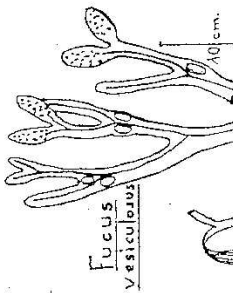
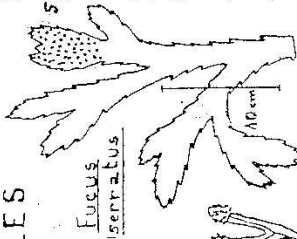
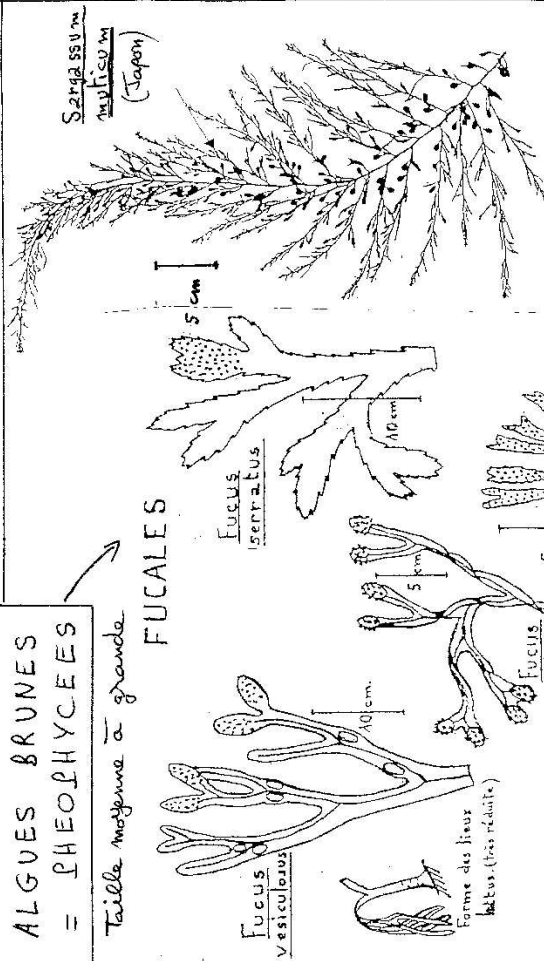
Bibliographie :

AUGIER & BOUDOURESQUE, 1971. *Notions d'écobiocénétique marine (Méditerranée)*. CRDP de Marseille, 109 p.
CABIOC'H, FLOC'H, LE TOQUIN, BOUDOURESQUE, MEINESZ, VERLAQUE, 2006. *Guide des algues des mers d'Europe*. DELACHAUX-NIESTLE, 272 p.
DEJEAN-ARRECGROS & PIERRE, 1977. *Je découvre les algues marines et d'eaux douces*. ANDRE LESON, 102 p.
DE REVIERS, 2002-2003. *Biologie et phylogénie des algues*. BELIN, 2 tomes, 350 et 256 p.
GAYRAL, 1966. *Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique)*. DOIN, 630 p.
GAYRAL, 1975. *Les algues*. DOIN, 166 p. (Epuisé, voir en bibliothèque)
GAYRAL & COSSON, 1986. *Connaître et reconnaître les algues marines*. OUEST- FRANCE, 223 p.
GORENFLOT & GUERN, 1998. *Organisation et biologie des Thallophytes*. DOIN, 236 p.
JAHNS, 1989. *Guide des fougères, mousses et lichens d'Europe*. DELACHAUX-NIESTLE, 258 p.
JULVE & MANNEVILLE, 2006. Contribution à l'étude synusiale des végétations littorales de macroalgues marines des côtes atlantiques françaises. *Acta Botanica Gallica*, 153/2, p. 219-234.
LECOINTRE, 2004. *Comprendre et enseigner la classification du vivant*. BELIN, 312 p.
LECOINTRE & LE GUYADER, 2001. *Classification phylogénétique du vivant*. BELIN, 542 p.
LOISEAUX-de GOER S. & NOAILLES M.C., 2008. Algues de Roscoff. CNRS-Station Biologique de Roscoff, 215 p.
SELOSSE, 2000. Les algues de la zone intertidale et leur zonation : des idées reçues aux données écologiques. *Biologie-Géologie, Bulletin de l'APBG*, 2000-4, p.773-801.
VAN HALUWYN & LEROND, 1993. Guide des Lichens. LECHEVALIER, 344 p.
Revue *Penn ar Bed* : numéros spéciaux 37 et 108/109, Les algues et leur utilisation ; 124 Guide du plongeur naturaliste.
<http://www.sb-roscoff.fr/INVENTAIRES/InvAlgues/index.algues.php?>

ALGUES BRUNES = PHEOPHYCEES

Taille moyenne à grande

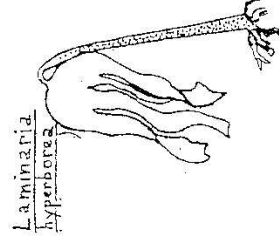
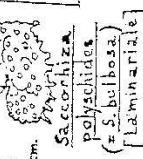
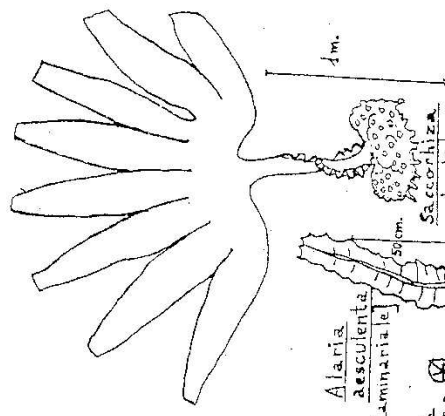
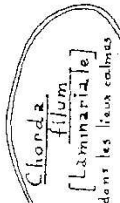
FUCALES



Taille petite à moyenne

LAMINARIALES

Taille grande à très grande (jusqu'à 5 m)



ALGUES VERTES = ULVOPHYCEES

Taille petite à moyenne

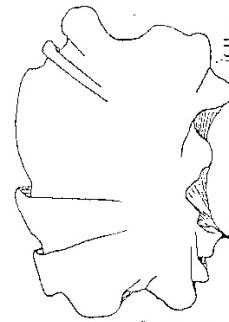
(vert clair)
au tube mou

Enteromorpha sp.
(cf. ramulosa, elabralis...)
[Ulva]
Très commun.

4cm

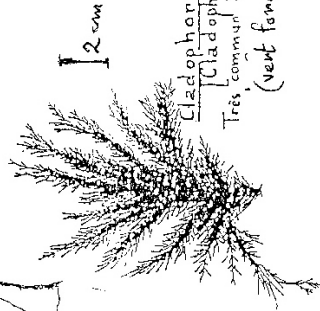
2cm
(vert foncé)
⊗ Sodium sp.
(cf. fomentorum, fragilis)
[Codium]
Frondes cylindrique ferme et pleine,
d'un vert bronze. A base
mar et dans les cuvettes.

5cm
(vert clair)
[Ulva sp.]
Très commun.

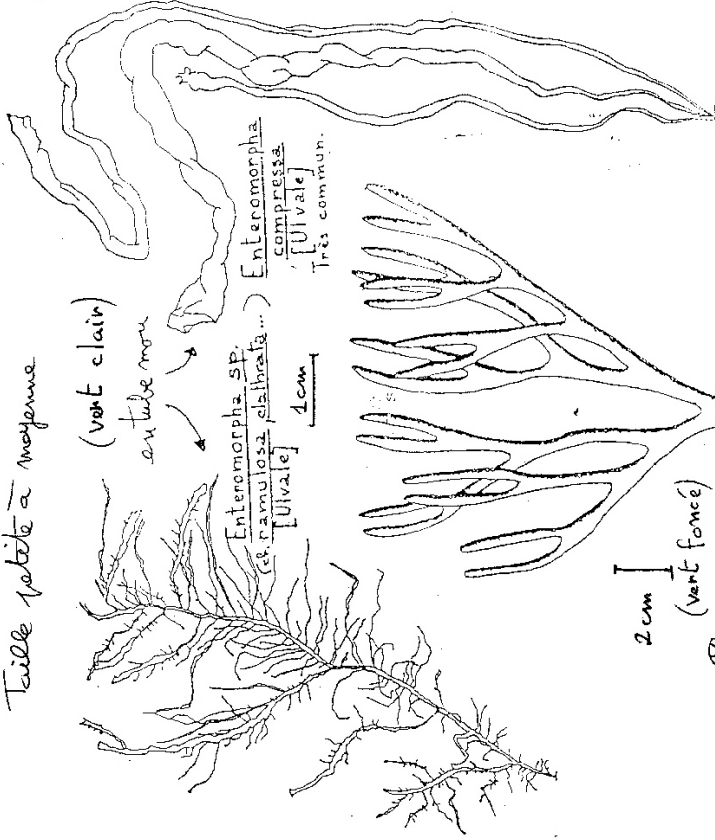


Espèces assez nombreuses,
déliées à distinguer

Cladophora rupestris
[Cladophora]
Très commun à m. marée.
(vert foncé)



2cm

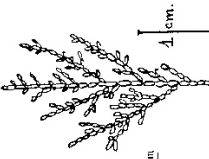


ALGUES ROUGES = RHODOPHYCEES

Taille petite à moyenne (5 à 30 cm en général) / Espèces très nombreuses

Lithothamnium incrustans
(Corallinales)
Tapisse les rochers des côtes

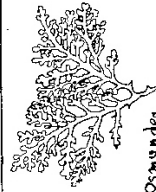
En dragage
= maerl
Lithothamnium calcareum
et L. corallinoides
(Corallinales)



4cm

3 espèces calcifiées, dure, rose pâle

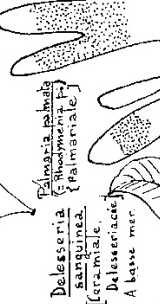
Corallina elongata (cf. mediterranea)
(Corallinales)
Corallina
(Corallinales)



Callophyllis laciniata
(Gigartinales)
A très basse mer.



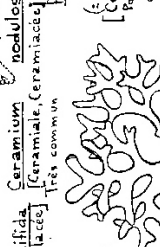
Delesseria sanguinea
(Ceramiaceae)
A basse mer



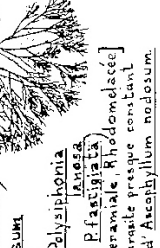
Mastocarpus stellatus
(Gigartinales)
Ressemble à Chondrus, mais la base est toujours plus ou moins angostière.



Chondrus crispus
(Gigartinales)
Couleur lité de vin, induréscent.

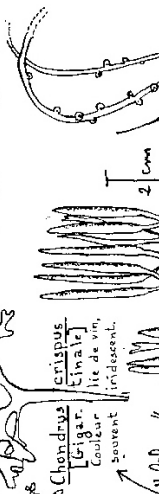


Polyisiphonia lanosa
(P. fastigiata)
(Ceramiaceae, Rhodomelaceae)
Parasite presque constant d'Acrothylum nodosum.



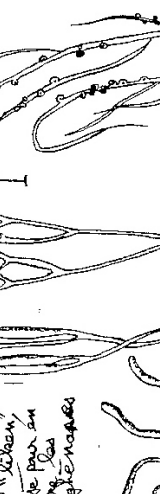
2cm

Gracilaria verrucosa
(Gracilariales)
Zone submergée



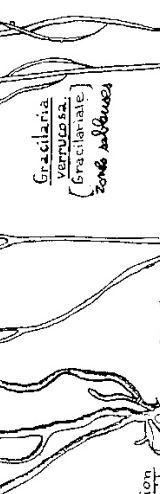
2cm

Nemalion helminthoides
(Nemalionales)
Sur rochers battus. Frondes cylindriques, pleines et élastiques.



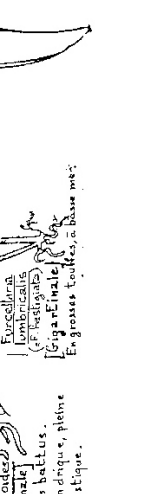
2cm

Calliblepharum subulatum
(Gigartinales)
(cf. lanceolata)



5cm

Porphyra umbilicalis
(Bangiales)
Sur les cailloux des grèves sablonneuses.



2cm