

Chapitre 9

Histoire d'algues

Claude E. Payri, Laura Lagourgue, Lydiane Mattio, Julie Gaubert et Christophe Vieira



Assemblage typique d'algues dans le Lagon Sud. Canal Woodin, 2015. Au centre *Styropodium* lame brune iridescente, mêlée à la délicate dentelle rouge du *Kallymenia*. © IRD/ C.E Payri

Les algues, de drôles d'organismes

Les algues des récifs coralliens regroupent un ensemble hétérogène d'organismes tous capables de faire la photosynthèse, mais que l'histoire évolutive a fait diverger en plusieurs grandes lignées indépendantes. Bien qu'il n'ait aucune signification taxonomique, le terme « algue » est utilisé par commodité pour évoquer des végétaux marins aux formes et aux couleurs diverses incluant des microalgues unicellulaires de quelques microns ou des macroalgues généralement pluricellulaires et pouvant atteindre plusieurs dizaines de centimètres de long (encadré 9).

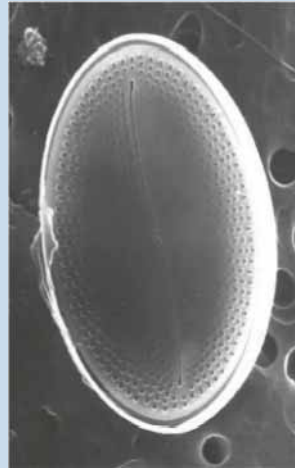
Algues nourricières, algues protectrices

Les macroalgues jouent un rôle important dans l'écologie des récifs coralliens. Comme tous les organismes photosynthétiques, elles participent activement à la production primaire.

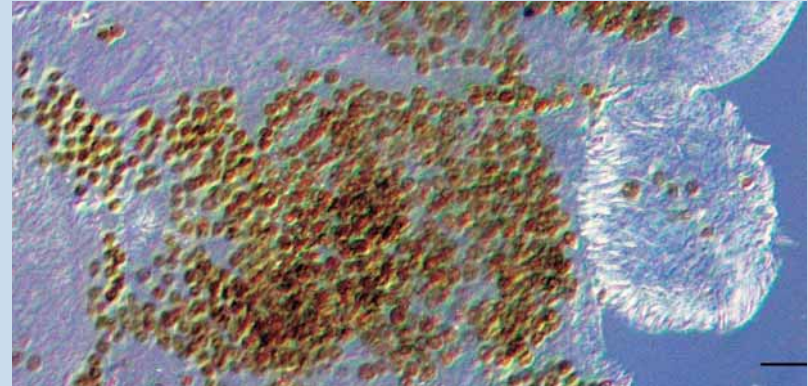
Elles sont la principale source de nourriture pour une grande variété d'herbivores vivant dans les récifs et les lagons (poissons, crustacés, mollusques) et sont la base même du réseau trophique de l'écosystème corallien. Les plus consommées sont les formes filamenteuses qui tapissent les coraux morts et forment un feutrage algal abritant lui-même

Encadré 9

Les microalgues



Diatomées benthiques A : *Climacosphenia moniligera* (250 μm).
B : *Navicula granulata* (90 μm). C : *Cocconeis* sp. (40-50 μm).
A, B : © M. Ricard ; C : © CRIOBE/B. Delesalle



Vue microscopique de zooxanthelles (*Symbiodinium*) dans un polype du corail branchu *Pocillopora damicornis*. Échelle : 40 μm . © CNRS/V. Berteaux-Lecellier



Cellule de *Gambierdiscus* issue de culture. Cette microalgue se développe sur d'autres supports, dont les macroalgues. Lorsque ces dernières sont broutées, les herbivores prélèvent en même temps les *Gambierdiscus*. Ces microalgues contiennent des toxines (ciguatoxines) qui s'accumulent le long de la chaîne alimentaire et provoquent une maladie appelée la ciguatera.
© Institut Louis Malardé/M. Chinain

Les formes unicellulaires microscopiques, ou microalgues, vivent généralement libres dans la colonne d'eau et constituent le phytoplancton. Toutefois plusieurs d'entre elles, comme certaines diatomées, doivent se fixer à un support pour se développer et forment les premières étapes du phénomène de « *fouling* ».

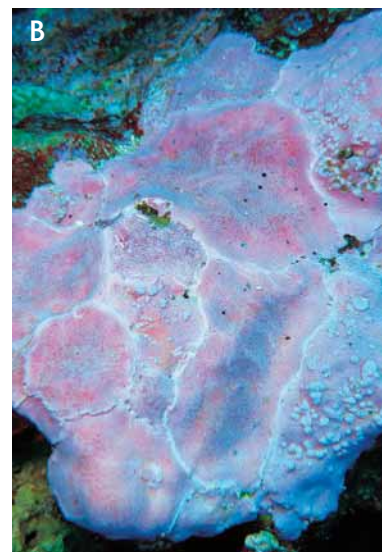
D'autres ont fait alliance avec des animaux et les plus célèbres sont les zooxanthelles que l'on trouve en symbiose dans les polypes des coraux bâtisseurs de récifs ou encore dans le manteau des bédouilles. Les zooxanthelles ou *Symbiodinium* sont des dinoflagellés, comme *Gambierdiscus*, une autre microalgue bien connue dans les régions coralliennes causant la ciguatera, intoxication alimentaire provoquée par la consommation de poissons des récifs et des grands prédateurs (barracudas, requins.). Alors que *Symbiodinium* s'abrite dans les tissus de l'animal hôte, *Gambierdiscus* se développe, lui, à la surface des coraux morts ou de grandes algues.

une petite faune mobile très riche (le « *algal turf* » des Anglo-Saxons) et dont raffolent les poissons « peigneurs ». Les formes plus coriaces comme les *Turbinaria* ou les Sargasses sont rarement broutées, tout comme les algues calcaires que seuls les poissons-perroquets ou certains mollusques sont capables de racler grâce à leur dentition puissante laissant des empreintes bien spécifiques. Les plus grandes d'entre elles, comme les grandes algues brunes (sargasses), forment une canopée sous laquelle trouvent refuge de très nombreux invertébrés et poissons qui y séjournent tout ou partie de leur vie (encadré 10).

De même, les algues rouges calcaires et massives jouent un rôle essentiel dans la construction et la consolidation des structures récifales. Elles en assurent le maintien et, sans leur activité de cimentation, la seule matrice corallienne ne serait pas assez solide pour résister aux assauts des vagues et aux événements majeurs tels que cyclones et tsunamis. Dans les sites les plus exposés sur les récifs-barrières et sur les pentes externes du récif, elles remplacent les coraux moins adaptés à un fort hydrodynamisme, et forment un glacis compact de couleur rose-beige ou des amas arrondis en forme de cerveau ou dressés telles des chandelles comme dans les atolls des Chesterfield ou des récifs d'Entrecasteaux.



Actions de broutage par des poissons perroquets. © M. Juncker



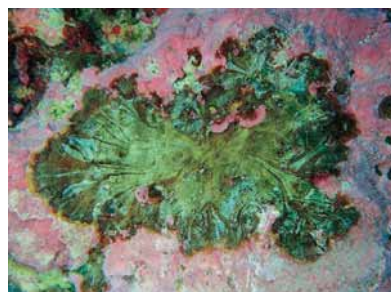
A : Les algues rouges calcaires (corallines) dominent dans les zones exposées des pentes externes où elles édifient des constructions imposantes, comme aux îles Chesterfield. ©IRD/ G. Lasne
B : Formes encroûtantes massives qui assurent la cimentation du substrat.

C : Formes en « chandelle » de *Porolithon*.
© IRD/C. E. Payri

Macroalgues, un cabinet de curiosités

Entre corps mous ou masses pierreuses, l'architecture et les couleurs de ces organismes peuvent être déconcertantes. Rouges, vertes ou brunes, les macroalgues des récifs et lagons offrent toutes les formes imaginables depuis celles rappelant des feuilles de plantes terrestres à des formes ramifiées plumeuses, filiformes, articulées ou à des formes à peine reconnaissables tant elles adhèrent au substrat. Ces espèces adhérentes, voire encroûtantes, qu'elles soient brunes comme *Lobophora obscura*, sont nombreuses à colorer les débris coralliens, redonnant aux substrats inertes une seconde vie. Certaines

méritent un détour car on pourrait s'y méprendre. Les formes en baret kaki des *Codium saccatum* ne sont pas moins étranges que les billes de l'espèce voisine *Codium globosum* ou les jeunes individus d'*Halimeda cylindracea* qui étalent leurs segments telle une main tendue. Ces trois exemples ont en commun d'être composés d'une cellule unique tubulaire géante contenant de multiples noyaux, et ramifiée pour former le corps de l'algue (encadré 11). Plus insolites ces algues rouges d'aspect gélatineux et duveteux, tantôt globuleuses comme *Gibsmithia*, tantôt ramifiées ou *Trichogloea*, qui résistent au courant de la mer, mais qui se disloquent au contact de la main qui cherche à les cueillir.



Lobophora obscura. © IRD/C.E. Payri



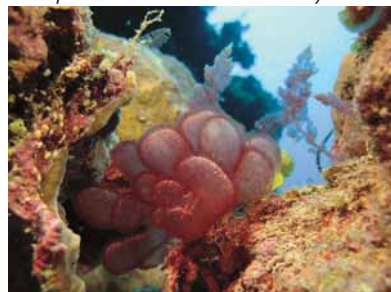
Codium saccatum. © IRD/C.E. Payri



Codium globosum. © IRD/C.E. Payri



Halimeda cylindracea. © IRD/C.E. Payri



Gibsmithia complexe hawaiiensis. © IRD/C.E. Payri



Trichogloea requinerii. © IRD/C.E. Payri



Umbraulva sp. © IRD/C. Geoffray



Halymenia sp. © IRD/C.E. Payri



Cladophora sp. © IRD/C.E. Payri



Dictyota sp. © IRD/J.-L. Menou



Caulerpa cactoides. © IRD/C. Geoffray



Sargassopsis decurrens. © IRD/J.-L. Menou



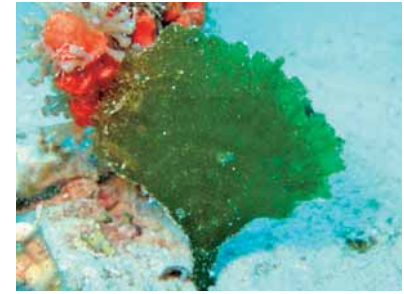
Halimeda complexe *minima*. © IRD/C.E. Payri



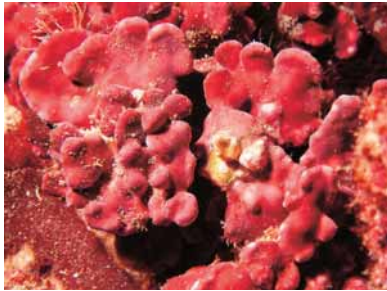
Udotea geppiorum. © IRD/J.-L. Menou



Caulerpa taxifolia (Iles des Pins). © IRD/C.E. Payri



Avrainvillea sp. © IRD/C.E. Payri



Lithophyllum proliferum. © IRD/C.E. Payri



Padina complexe *melemele*. © IRD/C. Geoffray

Plus classiques, les frondes en lames foliacées minces (*Umbraulva*) ou épaisses et digitées (*Halymenia*), ou filamenteuses (*Cladophora*), avec des structures ramifiées simples (*Dictyota*) à plus complexes (*Caulerpa*), voire hautement spécialisées, mimant feuilles et tiges comme chez les *Sargassum*.

Si la majeure partie d'entre elles sont des « algues molles », c'est-à-dire dépourvues de structure rigide, plusieurs groupes ont la capacité de former une trame calcaire par précipitation du carbonate de calcium de l'eau de mer dans les parois internes des cellules comme chez certaines algues rouges qui forment les Corallinales avec plus de 100 genres différents, ou algues vertes aux records plus modestes avec une vingtaine de genres, dont *Halimeda*, *Udotea*, *Neomeris*... Chez les algues brunes, seul de genre *Padina* précipite à la surface des frondes un fin dépôt de calcaire.

Enfin encore plus déroutant, ces nodules pierreux, formes singulières rondes ou branchues, construites par des algues rouges calcaires à partir d'un débris corallien (nucléus) autour duquel l'algue va se développer en couches concentriques sous l'action d'un courant modéré. Ces nodules libres appelés rhodolithes, lie de vin ou rose, tapissent les cuvettes des platiers ou forment les champs de maërl dans les fonds de lagons balayés par des courants modérés.



Penicillus sp. nov. © IRD/C.E. Payri

Les sargasses, un maquis au fond du lagon



Sargassopsis decurrens appartient à la famille des Sargassaceae. Cette espèce se reconnaît facilement grâce à sa morphologie particulière en arête de poisson ou sapin de Noël. Les vésicules aérifères (boules de Noël) des sargasses leur permettent de se tenir dressées et de flotter lorsque qu'un des axes se détache (tempêtes, senescence). © IRD/C. Geoffroy



Champs de sargasses dans le lagon sud. *Sargassum spinuligerum* y est l'espèce la plus abondante et peut atteindre 1,5 à 2 mètres de haut. Cette véritable forêt sous-marine est un habitat essentiel pour de nombreuses autres espèces d'algues, poissons, invertébrés et mollusques. © IRD/C. Geoffroy

Les espèces de la famille des sargasses (Sargassaceae) structurent un des habitats benthiques majeurs du lagon néo-calédonien à l'instar des forêts de grandes algues brunes des régions tempérées (fucales et laminaires). Leur canopée peut atteindre une hauteur d'1 à 2 m, formant ainsi un véritable maquis sous-marin qui joue un rôle essentiel dans le cycle biologique de nombreuses espèces d'animaux en leur apportant substrat, nourriture et refuge contre les prédateurs ou des conditions environnementales difficiles. Les algues de sargasses du lagon abritent ainsi une grande diversité d'invertébrés (amphipodes, polychètes, mollusques...) et jouent un rôle essentiel de nurseries pour de nombreuses espèces de poissons. Les sargasses sont très diversifiées morphologiquement. Certaines ressemblent à une branche de houx brune (par exemple *Sargassum ilicifolium*) alors

que d'autres font penser à un sapin de Noël aplati voire même à une arête de poisson (par exemple *Sargassopsis decurrens*) ! Elles se trouvent dans des habitats très diversifiés depuis la zone intertidale côtière jusqu'au récif-barrière. Elles forment des populations denses ou éparpillées sur les platiers côtiers, sur les platiers frangeants d'îlots, sur les fonds de lagon jusqu'à 30 m de profondeur, et sur le récif-barrière jusqu'à plus de 50 m de fond (-56 m dans le cas de *S. turbinarioides* à l'île des Pins). Elles se développent sur tous types de substrats durs : des fonds rocheux plus ou moins ensablés (par exemple *S. polyphyllum*) ou envasés, des fonds détritiques (par exemple *S. polycystum*), dans les anfractuosités des récifs et sur les enrochements artificiels (par exemple *S. aquifolium*).

Encadré 11

Les unicellulaires, « siphonnées » ces algues !



Avrainvillea sp. nov. © IRD/C.E. Payri



Rhipilia sp. nov. © IRD/C.E. Payri



Chlorodesmis sp. © IRD/C.E. Payri



Rhipilia penicilloides. © IRD/C.E. Payri

Qui aurait pu penser que les algues ci-contre ne sont en réalité qu'une seule et même cellule ? C'est pourtant ce qui caractérise les espèces appartenant à l'ordre des Bryopsidales. Malgré cette structure simple, leur diversité morphologique est incroyable, avec des spécimens pouvant mesurer plus de 10 cm de haut, et pouvant former des thalles très différents d'une famille à une autre, avec des parties si bien différenciées (rhizoïdes, stipe et lame comparables aux racines, tige et feuilles des plantes) que l'on ne pourrait croire qu'il s'agit d'un organisme unicellulaire. Ces algues sont pourtant constituées d'une seule cellule, plurinucléée et tubulaire que l'on nomme siphon, qui se ramifie ensuite en plusieurs branches partageant toujours le même cytoplasme. Et c'est l'agencement et l'organisation de ces siphons (pouvant s'entremêler, être parfaitement alignés voire coalescer ou encore rester libres), si différents d'une espèce à une autre, qui entraînent cette si grande diversité morphologique visible à l'œil nu.

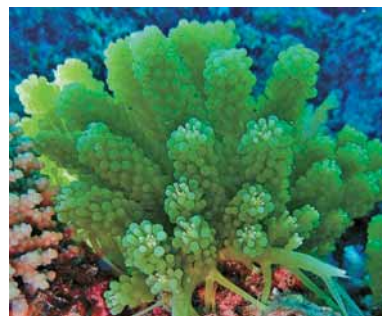
En Nouvelle-Calédonie, toutes les macroalgues sont des organismes benthiques, c'est-à-dire qui se développent en étant fixés à un support, ce dernier pouvant être un grain de sable.

On ne connaît à ce jour que deux espèces de macroalgues qui se développent sans jamais être fixées. Il s'agit de deux espèces de sargasses de la mer du même nom, située dans l'Atlantique nord. Ces algues pélagiques forment des radeaux de très grandes étendues. Depuis quelques années les îles des Caraïbes et les côtes du Brésil et d'Afrique de l'Ouest connaissent des échouages massifs de ces sargasses pélagiques sans que l'on ait pu à ce jour clarifier leur origine et expliquer ce phénomène récent.

Dans les lagons, il est fréquent de voir après une forte houle, flotter des sargasses ou d'autres espèces qui, après avoir été détachées de leur substrat, dérivent au gré des courants avant de s'échouer sur le rivage ou de disparaître dans les profondeurs.

Un monde de couleur

Les macroalgues sont communément désignées par leur couleur : on parle d'algues rouges, vertes et brunes, et même bleues ces dernières étant des bactéries (cyanobactéries) qui ne seront pas traitées ici. Pour faire simple, les trois grandes catégories de couleur renvoient aux trois grandes divisions, rhodophytes (algues rouges) et chlorophytes (algues vertes), qui forment deux branches divergentes mais appartenant à la même « lignée verte », et les phéophytes de la « lignée brune », bien distincte de la précédente. Trois types de pigments, chlorophylles (pigments verts), caroténoïdes (pigments orange et jaunes) et phycobilines (pigments rouges et bleus) suffisent à donner aux algues toutes les couleurs en fonction de leur concentration, semant parfois la confusion. Des algues rouges peuvent apparaître marron, tandis que des algues brunes peuvent prendre des couleurs verdâtres... Mais les combinaisons pigmentaires ne sont pas les seuls critères sur lesquels se basent la taxonomie ; les différents produits de la photosynthèse, les parois cellulaires, la forme et le nombre de flagelles chez les unicellulaires ou les organes de reproduction et les organites qui composent la cellule comme les plastes sont autant d'éléments pris en considération.



Caulerpa chemnitzia. © IRD/C.E. Payri



Dictyosphaeria cavernosa. © IRD/G. Lasne



Codium taylorii. © IRD/C.E. Payri



Distromium didymotrix. © IRD/C.E. Payri



Padina melemele. © IRD/C.E. Payri



Melanthalia vieillardii. © IRD/C.E. Payri



Platoma sp. © IRD/C.E. Payri



Callophycus serratus. © IRD/C.E. Payri

Elles sont partout...

Depuis les forêts de mangroves où, sur les racines des palétuviers, se niche la petite algue rouge *Bostrychia*, en passant par les herbiers littoraux, où prolifèrent de nombreuses espèces d'algues brunes comme les *Padina*, d'algues rouges comme les *Dichotomaria* et d'algues vertes dont les Caulerpes aux frondes digitées (par exemple *Caulerpa cupressoides*), plumeuses (par exemple *Caulerpa sertularioides* ou *C. taxifolia*), ou en grappe de raisin (par exemple *Caulerpa racemosa* et *C. chemintzia*).

En s'enfonçant vers les fonds lagonaires, on découvre sur les sables gris plusieurs espèces d'algues vertes, où se mêlent des *Halimeda* reconnaissables à leurs petits segments calcaires, des *Udotées* en forme d'éventail calcaire d'un vert tendre et des *Avrainvillea* vert foncé, dont la fronde dépourvue de calcaire à un toucher de velours, toutes plantées dans les sédiments par un pivot de rhizoïdes compacts. Les fonds rocheux sont généralement occupés par les algues à sargasses dont les petits flotteurs portent vers la surface les longues frondes qui abritent sous la canopée d'autres espèces d'algues brunes (*Lobophora*, *Dictyopteris*, *Hormophysa*...) pour former un écosystème particulièrement productif. Dans les récifs intermédiaires et les récifs-barrières les macroalgues molles se font plus discrètes bien qu'elles soient encore très nombreuses. C'est le domaine des algues vertes *Rhipilia* et *Chlorodesmis*, qui forment des pompons d'un vert intense au sommet des colonies coralliennes, ou encore des *Halimeda* qui s'étalent en longues draperies le long des parois des coraux massifs ou se dissimulent au contraire dans les interstices des coraux avec des espèces étranges, comme *Valonia ventricosa* (grosses billes vertes) ou *Dictyosphaeria cavernosa* (formant des cupules très compactes). Dans ces zones les moindres substrats durs sont cimentés par des encroûtements d'algues rouges qui consolident l'édifice. Après la barrière de corail débute la pente externe le long de laquelle vont se répartir les algues en fonction de la profondeur et du mouvement des eaux pour former des communautés jusqu'à plus de 100 m de profondeur. Quelle que soit leur couleur, elles sont toutes bien accrochées aux substrats durs ; les espèces aux frondes dressées se balancent dans le mouvement

incessant de l'eau comme la plupart des algues rouges, telles que *Gibsmithia*, *Dudresnaya*, *Predaea*, *Platoma* et autres Liagoraceae... d'autres au contraire étalent sur le substrat des lames arrondies fines d'un brun doré caractéristique des algues brunes de l'ordre des Dictyotales (*Distromium*, *Lobophora*, *Homeostrichus*...); les algues vertes sont majoritairement des *Halimeda* et des *Codium*, ces derniers étant tantôt ramifiés et dressés, tantôt adhérant fortement aux coraux. De nombreuses espèces se logent sous les surplombs ou tapissent les parois des excavations : il s'agit de nombreux *Peyssonnelia*, certains encroûtants, d'autres formant de grandes lames arrondies d'un rouge très sombre. On les distingue aisément des algues calcaires qui encroûtent les moindres surfaces, offrant une mosaïque de couleurs chaudes dans cet univers relativement sombre. À ces grandes formes imposantes d'algues rouges, s'opposent de petites espèces vertes graciles de quelques millimètres de haut et dont la diversité est inversement proportionnelle à la taille, c'est le monde des genres calcifiés (*Rhipidosiphon*) ou non (*Rhipiliopsis*, *Rhipiliella*), et dont bon nombre reste encore à décrire. Les macroalgues sont partout, vivant même à l'intérieur des squelettes de coraux et autres substrats carbonatés, formant que ce l'on appelle des « endolithes ». Par leur action perforante, ces algues provoquent une véritable carie superficielle de la roche et contribuent avec les autres organismes perforant tels que bivalves, éponges et vers, à façonner la morphologie récifale.

Bien qu'elles soient tributaires de la lumière, les macroalgues colonisent également la zone mésophotique, cette partie du récif au-delà de 70 m de profondeur et jusqu'à 125 m que quelques plongeurs expérimentés ont prospecté équipés de recycleurs alimentés par des mélanges de gaz adaptés. Les algues de cette zone sont presque toutes de nouvelles espèces de brunes *Distromium*, de rouges *Delisea*, *Phacelocarpus* et de vertes *Halimeda*.

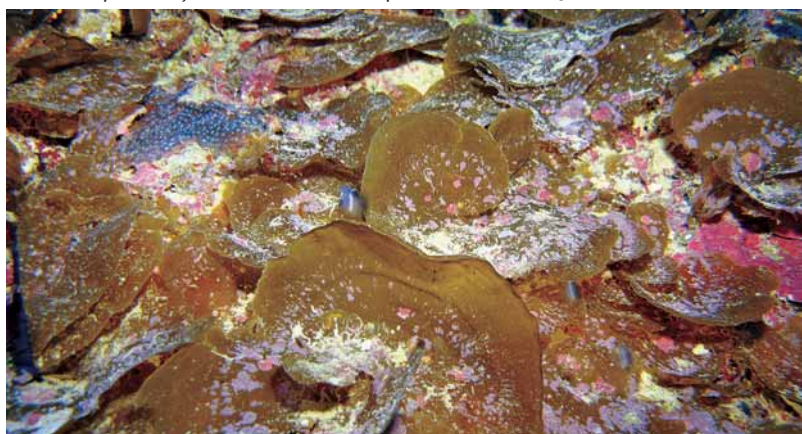
Combien d'algues néo-calédoniennes ?

Il y aurait entre 7 000 et 15 000 espèces de macroalgues dans le monde. En Nouvelle-Calédonie les premières estimations portent ce nombre à 443 espèces dans le compendium publié en 2007.

Algues de la zone mésophotique



Phacelocarpus neurymenioides (-80 m de profondeur). © IRDJ.-L. Menou



Distromium sp. (-85 m de profondeur). © Biocénose/G. Lasne



Halimeda complexe *minima* (-100 m de profondeur). © IRDJ.-L. Menou

Cependant, cette estimation est très préliminaire car basée sur des collections limitées et des observations essentiellement morphologiques. Ce nombre ne cesse d'augmenter avec les nouvelles campagnes de collecte, des prospections répétées entre 40 et 60 m de profondeur et la généralisation des analyses génétiques. Il est probable que ce nombre atteigne, voire dépasse, le millier d'espèces. Il serait prétentieux de penser que l'inventaire des macroalgues de Nouvelle-Calédonie est achevé car, en dépit de l'effort de prospection développé dans tout l'archipel au cours des 15 dernières années, tous les sites n'ont pas été inventoriés de manière comparable et la grande région du lagon sud-ouest demeure à ce jour la mieux connue. Si la macroflore marine est de mieux en mieux étudiée, un grand nombre d'espèces nécessite toutefois d'être nommées selon le code de nomenclature botanique (c'est-à-dire un nom de genre suivi d'un nom d'espèce). En effet, la généralisation des analyses ADN et de l'outil barcoding a multiplié le nombre de taxon à une cadence très supérieure au temps nécessaire pour décrire les espèces. À titre d'exemple, le genre *Lobophora* (algue brune), recensé en Nouvelle-Calédonie par deux espèces jusqu'en 2007, en compte aujourd'hui près de 30, dont 10 sont nouvelles pour la science (encadré 12). À l'échelle mondiale le genre compte plus de 100 espèces, dont seulement une trentaine est décrite et nommée ; les autres sont répertoriées par des séquences ADN reliées à des spécimens. Cet état de fait pourrait être généralisé à l'ensemble des groupes étudiés confortant l'idée selon laquelle le nombre total d'espèces ne sera jamais connu ! Néanmoins, nous sommes capables de décrire des communautés d'espèces en fonction des grands types d'habitats ou de leurs affinités biogéographiques. À titre indicatif les quelques centaines d'espèces répertoriées à ce jour représentent 63 familles et 185 genres répartis de manière inégale entre les trois grandes divisions. Les algues rouges totalisent plus de la moitié des espèces ; viennent ensuite les algues vertes avec une très forte dominance des Bryopsidales et enfin les algues brunes, qui représentent moins d'un cinquième des espèces, mais constituent les plus grandes biomasses. Neuf familles totalisent plus de la moitié des espèces, tandis que de nombreuses autres affichent un petit nombre de représentants. De même, un grand nombre d'espèces sont relativement rares. Cette rareté biologique et écologique signalée pour les poissons, les mollusques et autres invertébrés semble être une règle. De même, le taux d'endémisme chez les algues est inférieur à 3 % comme pour la majorité des autres groupes biologiques.

Encadré 12
Semblables, mais différentes



Lobophora rosacea. © IRD/C. Vieira



L. hederacea. © IRD/C. Vieira



L. hederacea. © IRD/C. Vieira



L. hederacea. © IRD/C. Vieira



L. hederacea. © IRD/C. Vieira



L. obscura. © IRD/C. Vieira

L'identification des unités de la diversité biologique est essentielle en écologie fondamentale, dans la quantification de la biodiversité, mais également pour la biologie de la conservation. Cette identification est néanmoins rendue difficile par la présence d'espèces cryptiques – des espèces génétiquement distinctes, mais morphologiquement similaires. Cependant, le développement de la biologie moléculaire nous a permis de mettre en évidence une diversité cryptique particulièrement élevée dans le milieu marin. Ce n'est que récemment que nous tenons compte de cette diversité au sein des algues marines.

À titre d'exemple, derrière le nom *Lobophora variegata*, une petite algue brune associée aux récifs coralliens et prétendument présente dans toutes les mers chaudes, se cachait en réalité plus d'une centaine d'espèces. C'est également le cas de l'algue rouge *Portieria hornemannii*, qui en fait comprend plus de 90 entités génétiques distinctes. La mise en évidence récente de cette flore cryptique va nécessiter une réévaluation de la biodiversité algale, notamment dans les régions tropicales où cette biodiversité interspécifique atteint son maximum.

Quand l'histoire géologique et la géographie décident de la diversité

La flore marine néo-calédonienne est particulièrement riche, avec un nombre d'espèces aussi important qu'en Méditerranée pour une surface bien plus faible. Plusieurs raisons à cela. Tout d'abord la proximité du triangle de corail (Philippine, Indonésie, Papouasie Nouvelle-Guinée), zone qui concentre la plus forte biodiversité marine au monde, une diversité d'habitats exceptionnelle avec plus de 150 unités géomorphologiques et enfin un contexte océanographique et climatique qui offre un gradient tropical – sub-tempéré, voire tempéré, du nord au sud, avec une région sud-ouest influencée par des remontées d'eaux froides (*upwelling*) alors que les eaux qui baignent la côte Est enregistrent quelques degrés centigrades de plus. Ainsi, les algues des îles Loyauté partagent moins de 25 % de leurs espèces avec le reste de l'archipel et montrent une très forte affinité avec les flores du Vanuatu, des Salomon et de la Papouasie Nouvelle-Guinée. A contrario, le Grand Lagon Sud qui englobe l'île des Pins et la Corne Sud abrite des espèces observées à Lord Howe (Australie) et sur les côtes ouest de l'Australie, et caractéristiques des récifs coralliens sub-tempérés.



Bellotia simplex décrite de la Baie de Saint Vincent, côte ouest de la Grande Terre. Canal Woodin, 2015. © IRD/J.-L. Menou

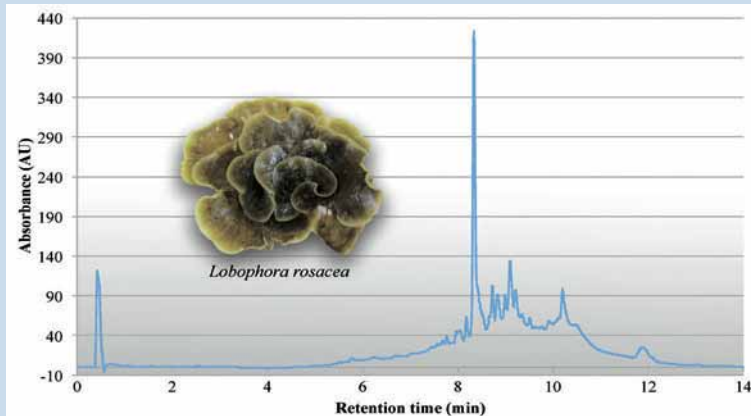
Certains genres, comme *Melanthalia*, une grande algue rouge, ont une répartition restreinte au sud de la Nouvelle-Calédonie, de l'Australie et au nord de la Nouvelle-Zélande. Cet endémisme subrégional est interprété comme un vestige du Gondwana. Chaque grande région de l'archipel néo-calédonien possède quelques taxons caractéristiques que l'on ne trouve que là. Le genre *Penicillus*, une algue verte à l'allure de pinceau, n'a été observé que dans les fonds sableux des atolls des Chesterfield ; alors qu'*Apjohnia*, une algue verte en forme de sapin, n'est présente qu'à l'île des Pins. L'ordre des Sporochnales (*Bellotia*, *Nereia*) souligne la ressemblance des flores marines néo-calédoniennes et australiennes. Ce sont des algues brunes très élégantes aux extrémités en forme de petits pompons et au toucher gluant, très diversifiées en genres et en espèces que l'on trouve dans les fonds de baies riches en sédiments terrigènes. Et puis il y a tout un florilège d'espèces en commun avec l'archipel des Ryukyu au sud du Japon ; la plupart de ces espèces, qui affectionnent les petits fonds au Japon, se développent plus profondément (30 m) en Nouvelle-Calédonie en raison de la température plus fraîche en profondeur. Le plus bel exemple est celui de *Padina stipitata* du banc Gail au sud de la Grande Terre, dont les séquences ADN sont strictement les mêmes que celles des spécimens de la localité type au Japon.

Les données taxonomiques sont trop fragmentaires à l'échelle du bassin du Pacifique pour pouvoir tirer des conclusions sur la limite des aires de répartition géographique des espèces d'algues. Toutefois, les connaissances acquises grâce à l'étude phylogénique moléculaire de certains groupes montrent que la flore marine néo-calédonienne appartient à la région du Pacifique sud-ouest, qui englobe la mer de Corail à l'ouest et l'arc mélanésien qui s'étire depuis les îles Salomons jusqu'aux îles Fidji à l'est et qu'elle partage aussi une part de sa biodiversité avec les autres régions du bassin du Pacifique.

Pour expliquer son exceptionnelle biodiversité, il faut remonter le temps, jusqu'aux périodes de régression du niveau de la mer, au cours desquelles l'archipel néo-calédonien a probablement été une zone de refuge tout comme le triangle de corail et où se sont accumulées au fil du temps de nombreuses espèces liées aux récifs coralliens.

Encadré 13

Une chimie complexe, un équilibre fragile



Profil métabolomique de l'algue brune *Lobophora rosacea*, communément présente dans le lagon de Nouvelle-Calédonie souvent associée aux coraux branchus.

Au sein des écosystèmes coralliens, les interactions sont largement médiatisées chimiquement, notamment entre les organismes benthiques. Les animaux marins utilisent des signaux chimiques par exemple dans la régulation des comportements sociaux et de reproduction, ou encore dans la reconnaissance des aliments. Afin d'éviter, de minimiser ou de tolérer les dommages causés par des herbivores, les algues ont développé plusieurs types d'adaptation réduisant leur attrait, et les défenses chimiques sont une des stratégies les plus employées par les algues tropicales. L'arsenal chimique dont elles disposent agit non seulement comme barrière chimique face à de multiples agresseurs (herbivores, bactéries, épiphytes, pathogènes), mais peut également s'avérer une « arme » redoutable dans la compétition pour l'espace avec d'autres organismes benthiques comme les coraux, notamment suite à des perturbations fragilisant ces écosystèmes. Comme pour les coraux, les interactions chimiques jouent un rôle important dans la reproduction et le recrutement des algues. Mais nous n'avons pour le moment qu'exploré la partie visible de l'iceberg, et avons encore énormément à découvrir sur les fonctions biologiques et écologiques des composés chimiques des algues marines.

Bonnes ou mauvaises algues ?

Les macroalgues sont souvent, à tort, associées à des dégradations du milieu. Comme indiqué plus haut elles sont un maillon indispensable du système au point qu'il serait plus exact de qualifier ces écosystèmes de récifs algo-coralliens. Toutefois, la prolifération anormale de certaines communautés algales peut signer un déséquilibre écologique, notamment quand les algues prennent le dessus des coraux vivants. Les algues sont-elles alors la cause ou le résultat de la disparition des coraux ? Cette question revêt un enjeu majeur au moment où la communauté internationale alerte sur la régression des surfaces coralliennes dans le contexte des changements globaux. Les changements de communauté décrits dans de nombreuses régions du monde semblent pour le moment épargner globalement l'écosystème corallien néo-calédonien, mais pour combien de temps encore ? L'accroissement des activités humaines sur les littoraux est une réalité et, si les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie jouissent encore d'un état de santé bon, voire excellent, pour la majorité d'entre eux, les régions péri-urbaines montrent quelques stigmates de dégradation, avec notamment des interactions biologiques entre les algues et les coraux au détriment de ces derniers. Les algues ont des capacités de croissance et de reproduction bien supérieures à celles des coraux ; aussi, lorsque pour diverses raisons les colonies coralliennes meurent, elles offrent de nouvelles surfaces colonisables par les algues. Le blanchissement corallien, les maladies des coraux, l'étouffement des polypes coralliens par les apports de particules terrigènes sont autant d'agents causant la mort des coraux. Si les conditions environnementales du milieu ont changé au point de favoriser la croissance des algues et limiter de fait le recrutement corallien, alors les proliférations d'algues molles peuvent être associées à la dégradation du récif (encadré 13).

Il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises algues ; elles ont toutes un rôle et une fonction dans l'écosystème corallien. Comme tous les autres organismes, elles ont développé au cours de leur propre histoire évolutive des traits biologiques fonctionnels qui leur permettent de se maintenir dans leur milieu. Les algues sont un réservoir inestimable de substances bioactives, dont il n'est pas facile de déterminer les mécanismes d'action sur leur environnement, mais

dont on sait grâce à l'écologie chimique qu'elles sont des voies de communication régissant les interactions biologiques. De nombreuses Dictyotales produisent des polyphénols qui éloignent les prédateurs, d'autres entraînent la mort des polypes coralliens comme cela fut mis en évidence chez *Lobophora hederacea* en Nouvelle-Calédonie. Si certaines algues rouges calcaires sont connues pour tuer les coraux avec lesquels elles entrent en compétition pour l'occupation de l'espace, comme dans le cas du *Pneophyllum conicum*, d'autres du même groupe *Titanoderma* jouent un rôle important dans la fixation des jeunes larves de coraux. Les mécanismes mis en jeu sont mal connus et la production de molécules attractives n'est pas exclue.

Les algues, source d'inspiration

Avec un millier d'espèces, voire plus, les algues des lagons et récifs néo-calédoniens offrent un terrain fertile pour de nombreuses recherches. Depuis les premiers travaux des missionnaires et des naturalistes amateurs de la fin du XIX^e siècle, les connaissances se sont accumulées. Au fil des disciplines et des approches méthodologiques, différentes facettes de cette diversité ont été révélées. Aux travaux de taxonomie indispensables pour connaître ce que l'on cherche à protéger, d'autres approches à l'interface des disciplines ont levé un coin du voile sur les questions qui se posent autour du devenir de ces communautés dans le contexte des changements globaux. Comprendre leur histoire évolutive, analyser les interactions biologiques entre les espèces de macroalgues et les autres organismes des récifs, mais aussi rechercher des molécules d'intérêt pour l'homme dans ce réservoir de molécules complexes produites par les algues pour grandir, se défendre et se reproduire, voilà le champ de recherche qui s'ouvre aux phycologues (encadré 14).

Encadré 14

Spécialités et étymologie

Les scientifiques qui étudient les algues sont appelés des « phycologues » et non des « algologues » qui de leur côté étudient la douleur ! En français, le terme « algue » est issu du latin « algae » alors que les termes « algologue » et « phycologue » sont issus du grec ancien : « algos » (douleur), que l'on retrouve aussi par exemple dans le terme « antalgique », « phycos » (algues) et « logos » (étude), que l'on retrouve par exemple dans « musicologue ».

Références bibliographiques

- DIJOUX L. *et al.*, 2012 Diversity of *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in New Caledonia: a Combined Morphological and Molecular Study. *Journal of Phycology*, 48 (6) : 1465-1481.
- MATTIO L., PAYRI C.E., 2009 Taxonomic revision of *Sargassum* species (fuciales, *phaeophyceae*) from New Caledonia based on morphological and molecular analyses. *Journal of Phycology*, 45 (6) : 1374-1388.
- PAYRI C. E., 2007 « Revised checklist of marine algae (*Chlorophyta*, *Rhodophyta* and *Ochrophyta*) and seagrasses (*Marine Angiosperma*) of New Caledonia ». In : Payri C.E., Richer de Forges R., éd., *Compendium of marine species from New Caledonia*, IRD-Nouméa, Documents scientifiques et techniques, II (7), 2^e éd. : 95-112.
- VIEIRA C. *et al.*, 2014 Toward an inordinate fondness for stars, beetles and Lobophora? Species diversity of the genus *Lobophora* (Dictyotales, *Phaeophyceae*) in New Caledonia, *Journal of Phycology*, 50 (6) : 1101-1119.

Payri Claude, Lagourgue L., Mattio L., Gaubert J., Vieira C.

Histoire d'algues.

In : Payri Claude (ed.), Moatti Jean-Paul (pref.). Nouvelle-Calédonie : archipel de corail. Marseille (FRA), Nouméa : IRD, Solaris, 2018, p. 71-84.

ISBN 978-2-7099-2632-4