

Qu'est-ce qu'une algue?

<u>Auteur</u>: Bruno DE REVIERS Professeur, Muséum national d'histoire naturelle Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité Équipe Exploration, Espèces et Évolution (3E) Paris

Le mot « algue » a longtemps désigné le nom d'un taxon, un ensemble dont l'étude a donné naissance à une discipline : la phycologie (du grec *phukôs*, algue). Jusque dans les années 1960, la classification du monde vivant comportait un « Règne végétal » subdivisé en « Cormophytes » (végétaux constitués d'un cormus, c'est-à-dire comportant des racines, des tiges, des feuilles et un système vasculaire) et « Thallophytes » (végétaux ne comportant pas de cormus). Les « Thallophytes » étaient alors subdivisés en « Algues », « Champignons » et « Lichens ». Quand on examine attentivement les définitions de ces groupes, une telle classification est intenable, les notions même de « Règne végétal » ou de « Thallophyte », par exemple, sont impossibles à définir clairement, il existe toujours des organismes qui ne rentrent pas dans ces cases [1]. Par ailleurs, la notion de « Thallophyte » est définie négativement : ce sont tous les organismes n'ayant pas un cormus (des feuilles, des tiges et des racines). Or, cela ne leur confère pas pour autant un lien de parenté : quoi de commun entre un cèpe et un varech ?

Les « algues bleues », désormais nommées Cyanobactéries, sont emblématiques des problèmes posés par ces classifications anciennes. Les Cyanobactéries, des bactéries parfois microscopiques mais aussi capables de constituer des structures d'apparence très variées parfaitement visibles à l'œil nu, présentent des caractéristiques communes avec les autres algues et les Embryophytes (mousses au sens large, fougères au sens large et plantes à graines). Elles ont en effet la même photosynthèse, comportant deux photosystèmes, utilisant l'eau comme donneur d'électron, utilisant une source de carbone inorganique (le gaz carbonique) et produisant du dioxygène. Contrairement aux autres bactéries photosynthétiques mais comme les autres algues et les embryophytes, elles possèdent de la chlorophylle a et non de la bactériochlorophylle. Elles ont aussi les mêmes pigments bleus et/ou rouges, en partie ou en totalité, que d'autres algues : les algues rouges, les Glaucophytes, les Cryptophytes et certaines dinophytes. Enfin, elles possèdent des thylacoïdes, un système de membrane présent dans les plastes de tous les eucaryotes photosynthétiques. Bien que leur nature de procaryote ait été rapidement reconnue, ces caractéristiques embarrassaient encore suffisamment les auteurs des classifications anciennes pour que les Cyanobactéries se retrouvent dans la case « algues », en compagnie d'autres eucaryotes, en incohérence pourtant totale avec la première subdivision du vivant qui distinguait les eucaryotes des procaryotes.

Nous n'en sommes plus là: les « Algues bleues » sont classées dans les Bactéries (ce sont les Oxyphotobacteria) et les « algues » ne constituent plus un taxon. Les plastes des algues eucaryotes et des embryophytes sont dérivés de cyanobactéries installées dans leurs cellules, ce qui explique les ressemblances entre les deux. Les organismes photosynthétique eucaryotes ont acquis la photosynthèse des Cyanobactéries par le jeu d'endosymbioses successives, ce qui explique que les divers groupes d'« algues » n'aient pas tous des liens de parenté avec les embryophytes, ni même entre eux [2]. Les Euglénophycées qui constituent la lignée sœur de parasites tels que les trypanosomes (responsables de la maladie du sommeil) sont les seuls représentants photosynthétiques (donc des algues), de la lignée des Excavata car elles sont le résultat d'une association entre un flagellé et une algue verte qui est devenu leur plaste. De la même manière, les Chlorarachniophycées (un groupe d'algues) sont des amibes à longs filopodes comme les autres Rhizaria, mais associées à une algue verte qui est devenue leur plaste. Chez les



Rhizaria encore, *Paulinella chromatophora* contient des cyanobactéries transformées en plaste et est considérée comme une algue. Elle est la seule de son groupe, son espèce sœur, *Paulinella ovalis*, est hétérotrophe.

Les algues sont des organismes très divers, avant tout caractérisées par leur photosynthèse et par le fait qu'elles sont essentiellement aquatiques, même si quelques espèces peuvent se développer sur des sols, des murs ou des arbres. C'est donc une catégorie d'être vivants, qui constitue un compartiment fonctionnel pour les écologues (que ces chercheurs étudient les milieux marins ou d'eau douce) : les producteurs primaires aquatiques. Les écologues vont donc parler d'« algues », sans pour autant les considérer comme un taxon, juste en raison de leur rôle dans l'environnement. De la même manière, dans le langage courant on parle d'algues pour désigner les organismes photosynthétiques qui ne sont ni des embryophytes ni des lichens (associations symbiotiques entre un champignon et une algue qu'il héberge).

Alors quelle frontière pour les algues ? Il n'est pas justifié d'en retirer les Oxyphotobacteria puisque l'ensemble formé par les seules algues eucaryotes ne constitue pas pour autant un ensemble cohérent : les algues sont polyphylétiques (n'ont pas d'ancêtre commun direct) avec ou sans ces bactéries. En revanche, il faut noter que les Algues vertes et les Embryophytes partagent le même ancêtre commun direct. Les Embryophytes sont des descendants d'algues vertes, elles devraient donc être considérées comme des algues vertes adaptées au milieu terrestre (et parfois retournées au milieu aquatique comme les zostères ou les posidonies, des phanérogames adaptées à l'environnement marin). La notion d'« algues » étant historique, les embryophytes ne sont pas considérées comme des algues. En écologie, les producteurs primaires marins benthiques littoraux ont donc une composante non algale distincte : les phanérogames marines.

Au sein des Eucaryotes, les organismes devant être considérés comme des algues ont aussi fait débat. Chez les Unikonta (lignée regroupant les Amibozoaires, les Eumycètes, les Métazoaires et de petits groupes apparentés), le fait qu'une ou deux espèces de Choanoflagellés (des unicellulaires constituant la lignée la plus proche des métazoaires), comme Stylochromonas minuta, possèdent des plastes brun-doré, avait conduit Pierre Bourrelly (auteur du célèbre traité sur les algues d'eau douce) à les considérer comme des algues et à les classer dans la sous-classe des Craspédomonadophycidées, au sein des Chrysophycées. Généralement, les Choanoflagellés n'ont cependant pas été considérés comme des algues et ne le sont actuellement toujours pas. Des travaux de ces dernières années nous ont appris que l'association endosymbiotique entre une algue verte et l'hydre d'eau douce Hydra viridissima, longtemps considérée comme une symbiose simple, est en réalité à un stade si avancé qu'on doit admettre que cet animal possède pratiquement un plaste. Cela n'en a pas fait pour autant une algue. Dans ce contexte, le cas des Sporozoaires ou Apicomplexes (des parasites appartenant à la lignée des Alveolata, comme celui responsable du paludisme) est intéressant aussi. Il a pu être démontré que le compartiment minuscule, entouré de plusieurs membranes, contenu dans les cellules d'une partie d'entre eux, est un plaste qui n'est plus fonctionnel. Il serait dérivé d'une association endosymbiotique ancienne avec une algue brun-doré, peut-être apparentée aux Eustigmatophyceae. On a pu dire à leur sujet qu'ils avaient été des algues au cours de leur histoire, mais on ne les considère actuellement pas comme tels. En revanche des organismes unicellulaires marins, associés à des coraux, qui leur sont très étroitement apparentés, les Chroméridés, ont été considérés comme un groupe d'algues, car les premiers à avoir été découverts avaient des plastes brundoré parfaitement fonctionnels. Depuis, il a été découvert d'autres êtres vivants marins, proches des Apicomplexes et des Chroméridés mais pour l'instant connus seulement par leur signature génétique dans l'environnement ; ils sont désignés sous le nom de « lignées apparentées aux Alvéolés » (ARL pour alveolate related lineages). Certains d'entre eux sont photosynthétiques mais le problème de savoir si on devait ou non les qualifier d'algues n'a pas été posé.





Ulva rigida sensu Bliding, la laitue de mer, est une algue verte dont la couleur blanche des marges de la lame est due à la libération des cellules reproductrices nageuses, qui laisse les cellules vidées de leur contenu.



Palmaria palmata (Linnaeus) F.Weber & D.Mohr, est une algue rouge vivant vers le niveau de la ceinture des Fucus serratus; riche en protéines, elle est commercialisée sous le nom de dulse.



Laminaria digitata (Hudson) J.V. Lamouroux, est une algue brune exploitée industriellement pour la qualité des polysaccharides qu'elle contient, les alginates, utilisés comme gélifiant ou épaississant.



Rivularia bullata Berkeley ex Bornet & Flahault, la rivulaire de nos côtes rocheuses est un exemple d'Oxyphotobacteria dont les filaments forment une masse bien visible à l'œil nu.

Planche I. Quelques exemples d'algues.



On voit donc que la définition des algues est liée à l'histoire des sciences et des classifications, n'est pas simple et répond plus à des nécessités pratiques qu'elle n'est cohérente. Une fois posé le principe qu'elles ne constituent pas un taxon, on peut définir les algues comme étant soit des Oxyphotobactéria (algues procaryotes, algues bleues), soit des êtres pourvus de plastes mais n'appartenant pas au groupe des Embryophytes (algues eucaryotes). Les plastes des algues eucaryotes et ceux des embryophytes dérivent soit directement de l'intégration d'une oxyphotobactéries (Archaeplastida, *Paulinella chromaophora*) soit d'une algue eucaryote contenant déjà un plaste dérivé d'une oxyphotobactérie (Euglenophyceae, Chlorarachniophyceae, Cryptophyta, Haptophyta, Ochrophyta, Dinophyta et Chromeridae). Cette définition inclut généralement les organismes non photosynthétiques de ces groupes, ayant perdu leur plaste au cours de l'évolution, comme c'est le cas de la moitié des dinophytes par exemple. Les algues regroupent donc tous les organismes capables de phytosynthèse oxygénique à l'exception des Embryophytes. Au sein des lichens, ce sont des algues hébergées par les champignons qui assurent la photosynthèse.

Pour en savoir plus

[1] Reviers B. de, 2002. *Biologie et phylogénie des algues. Tome 1*. Belin, Paris, 352 p. Voir le premier chapitre.

Fiches de l'Institut océanographique

[2] Bruno de Reviers, 2017. Les végétaux marins ou le succès de poupées russes.

http://www.institut-ocean.org/rubriques.php?lang=fr&article=1493283624&pg=1&categ=1265713871&sscategorie=132455

1762