

# Dans l'intimité des algues

Au-delà de leur extrême variété, une règle commune s'applique : se reproduire pour survivre. Deux stratégies ont été développées au cours de l'évolution.

> PAR MARC-ANDRÉ SELOSSE, PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER-II

Les algues constituent un monde diversifié : par leur forme (algues unicellulaires et microscopiques ou multicellulaires et atteignant parfois une taille respectable), par leur origine évolutive (car plusieurs lignées sont indépendamment devenues photosynthétiques) et par leur écologie enfin (algues aquatiques ou parfois terrestres). Mais de quelles manières s'assurent-elles toutes une descendance ?

**Multiplier l'individu sans changement génétique.** Une première modalité, la reproduction asexuée, multiplie les individus eux-mêmes, avec des descendants identiques aux parents. Ainsi, lors des marées vertes en Bretagne, des algues vertes (ulves et entéromorphes) prolifèrent par simple fragmentation. Chaque fragment grandit, puis se fragmente lui-même. Cette reproduction peuple rapidement le milieu. Elle domine dans les milieux riches en azote et/ou en phosphate, un phénomène appelé eutrophisation dont les marées vertes ne sont qu'un exemple. Pour les algues unicellulaires, la croissance est intimement liée à la reproduction : lorsqu'une cellule se divise, elle en engendre deux qui vivent indépendamment.

Dans les cas précédents, une structure de la vie végétative, non spécialisée (cellule ou ensemble de cellules), réalise la reproduction dite végétative. Dans d'autres cas, des structures plus spécialisées interviennent : par exemple chez *Calliblepharis* de petites expansions grandissent en été, qui se détachent facilement, engendrant d'autres individus (dessin a p. 19). Chez d'autres algues, certaines cellules se divisent en se cloisonnant de nouveau à l'intérieur d'elles-mêmes. Elles engendrent un groupe de petites cellules, protégées à l'intérieur de la paroi de leur cellule-mère : cette structure, appelée cyste, libère son contenu à maturité (dessin b p. 19). Lors de



© XAVIER DESMIER/RAPHO/EYEDEA

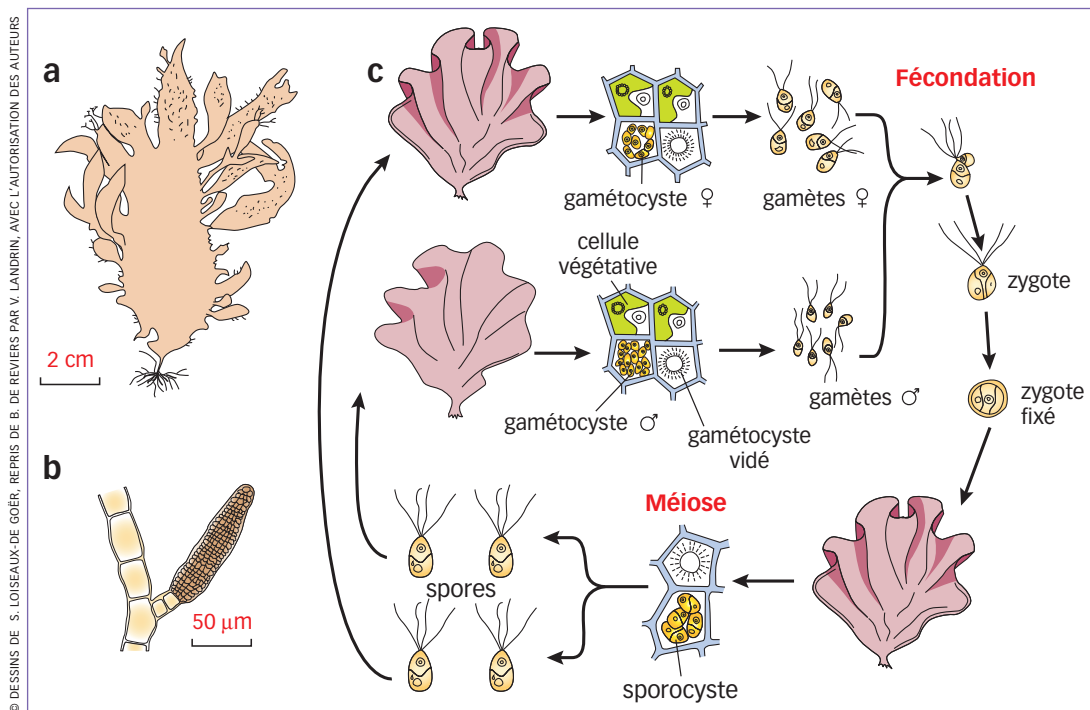
la reproduction asexuée, les petites cellules qui s'échappent germent directement : on parle de spores, contenues dans le sporocyste. Comme les individus qui en résultent sont identiques aux parents, on les qualifie de spores directes ou mitotiques. Ces spores présentent des formes variées : chez beaucoup d'algues vertes et brunes, des flagelles assurent leur déplacement, mais elles sont parfois transportées passivement par l'eau, comme chez les algues rouges.

**Se reproduire grâce au changement génétique.** Un autre phénomène met en place des individus différents des parents : c'est la reproduction sexuée. Chez pratiquement toutes les algues, il existe un stade où deux cellules fusionnent et engendrent un nouvel individu : la fécondation. Les cellules impliquées, les gamètes, sont généralement produites dans des cystes et ont un unique jeu de chromosomes, comme les gamètes de l'homme : on les dit haploïdes.

▲ **Forêt de laminaires.** Chez ces algues, la fécondation, entre gamètes haploïdes, donne naissance à des individus diploïdes (sur la photographie). Ceux-ci libèrent des spores haploïdes engendrant de minuscules individus producteurs de gamètes... et le cycle recommence !

Leur fusion engendre une cellule diploïde, l'œuf ou zygote (dessin c p. 19). Alors que les spores se développent directement, les gamètes fusionnent avant de se développer en un individu doté d'un génome nouveau. Parfois, les gamètes sont de taille et de forme identiques ; lorsque l'un d'eux est plus gros, il est alors considéré comme le gamète femelle ou oosphère.

Chez certaines espèces, les gamètes sont issus du même organisme, qui se féconde donc lui-même (autogamie) : c'est le cas de l'algue brune *Fucus spiralis*, dont



© DESSINS DE S. LOISEAUX-DE GOËR, REPRIS DE B. DE REVIERS PAR V. LANDRIN, AVEC L'AUTORISATION DES AUTEURS

### ▲ Trois modalités de reproduction chez les algues.

L'algue rouge *Calliblepharis* se reproduit par le biais d'expansions détachables (a), tandis que des spores mitotiques sont formées dans des sporocystes (en gris) de l'algue brune *Ectocarpus* (b). L'ulve (c) est une algue verte dont la reproduction fait alterner la production de gamètes et de spores méiotiques.

les gamètes se rencontrent dans des cryptes protectrices où se forment les cystes. La plupart du temps, la fécondation est croisée (allogamie), et les gamètes, libérés dans l'eau, réalisent une fécondation externe. Le rapprochement est alors facilité de différentes façons, dans le temps et dans l'espace.

Temporellement, certaines espèces d'algues ont une maturité sexuelle synchrone, liée au rythme des saisons ou induite réciproquement par le biais de phéromones. Il arrive aussi que la libération des gamètes soit simultanée, par exemple à marée basse chez les fucus.

Différents mécanismes rassemblent les gamètes dans l'espace. Chez l'ulve (dessin c ci-dessus), les gamètes flagellés remontent vers la lumière et se concentrent de nouveau à la surface de l'eau, où leur probabilité de rencontre est plus élevée ; après fécondation, le zygote cherche au contraire l'ombre et va ainsi se fixer au fond de l'eau. Chez les algues rouges, les gamètes mâles n'ont pas de mobilité propre : ils sont « pêchés » dans l'eau par de longs filaments émanant des oosphères, les trichogynes, et la fécondation a lieu sur l'algue femelle qui nourrit le zygote. Dans tous les cas, des

molécules de surface assurent l'adhésion finale entre les gamètes de même espèce, limitant l'hybridation et préluant à la fusion.

La fécondation implique une autre étape qui réduit le nombre de chromosomes : la méiose, durant laquelle une cellule diploïde devient haploïde. La méiose produit donc un nouveau génome. Sa place varie d'une algue à l'autre.

Certaines algues, dont les fucus, sont diploïdes et produisent des gamètes par méiose, dans des cystes : la fécondation suit, produisant des individus diploïdes, comme chez l'homme.

Chez les spirogyres, des algues vertes d'eau douce, le zygote subit immédiatement la méiose dès sa formation ; il germe en une algue haploïde, qui engendre ses gamètes par simple mitose. Dans ces cas, la méiose contribue à la même étape de reproduction que la fécondation, mais le cycle est parfois plus complexe. Chez l'ulve (dessin c ci-dessus), les individus diploïdes produisent des spores lors de la méiose, qui germent directement en un individu haploïde. Ce sont des spores méiotiques, très différentes des spores mitotiques, car l'individu produit diffère de celui d'origine ! Les ulves haploïdes obtenues produisent des gamètes par mitose.

Ce cycle fait donc alterner deux reproductions sexuées (spores méiotiques, puis fécondation) et, entre elles, deux générations successives (haploïde, puis diploïde). Selon les espèces d'algues, la méiose peut donc avoir lieu lors de la fabrication des gamètes, dans le zygote, ou ailleurs dans le cycle si celui-ci comporte plus d'une génération.

**Reproduction, dissémination, résistance.** Les lignées purement asexuées ne sont jamais anciennes : seules celles ayant des stades sexués persistent au cours de l'évolution. Ce constat est fréquent dans le monde vivant : face aux variations du milieu et à l'évolution de leurs parasites, seules les lignées sexuées produisent assez de diversité génétique pour survivre. Cependant, à court terme, les asexuées peuvent mieux réussir : débarrassées du coût de la production des gamètes, leur reproduction est numériquement plus efficace. On connaît des algues asexuées parmi les espèces invasives

originaires d'autres océans : en effet, capable de se reproduire sans partenaire, un individu peut envahir seul un nouveau milieu. *Codium fragile* est une algue diploïde du Pacifique, où elle se reproduit en formant des gamètes méiotiques. Introduite en Méditerranée, elle s'y dissémine en formant des gamètes modifiés, produits sans méiose et donc diploïdes, qui engendrent directement des adultes identiques aux parents !

La reproduction est aussi un stade de dissémination et/ou de résistance chez les algues. Les spirogyres et les characées, des algues vertes des étangs d'eau douce, subissent des assèchements périodiques. Leurs zygotes sont des formes d'attente, en vie ralentie, qui peuvent être dispersés par le vent. Leur paroi est renforcée par des polymères résistants chez les spirogyres ou du calcaire chez les characées. Témoins de cette résistance, les zygotes de characées, ou gyrogonites, se fossilisent très bien – on en connaît âgés de 400 millions d'années !

Comme chez les autres végétaux, la reproduction conserve le génome ou en crée de nouveaux, lorsque la sexualité s'y superpose. Les modalités variées de réalisation de la reproduction contribuent à l'adaptation des algues à différents milieux. ●

### LES LIGNÉES ASEXYUÉES NE SONT JAMAIS ANCIENNES

#### SAVOIR +

- DE REVIERS Bruno. *Biologie et phylogénie des algues*. Paris : Belin, 2002 (coll. Belin sup sciences).
- ROLAND Jean-Claude *et alii*. *Atlas de biologie végétale : organisation des plantes sans fleurs, champignons et algues*. Paris : Dunod, 2008 (coll. Sciences sup).