

➤ de proies photosynthétiques. Les colonies vivent et prolifèrent au sein de leur hôte, se nourrissant de nutriments et profitant de la protection contre les autres prédateurs. Des foraminifères et des radiolaires vivent de la sorte, en tant que serres vivantes... pas toujours inoffensives. Une espèce de foraminifères en particulier, *Noctiluca*, peut causer des efflorescences toxiques.

## DES RÉGULATEURS GLOBAUX

La mixotrophie concernerait ainsi une grande partie de la vie océanique, des plantes qui chassent aux animaux photosynthétiques, des minuscules organismes de deux micromètres de longueur à ceux de plus d'un millimètre. Pourquoi est-ce important? Parce que ces petits organismes peuvent avoir une influence majeure sur les océans.

Par exemple, une énorme région pauvre en nutriments couvre des milliers de kilomètres carrés au milieu de l'océan Atlantique. Les scientifiques pensaient que, dans cette zone, le phytoplancton entraînait en compétition avec les bactéries marines pour l'obtention des nutriments inorganiques solubles tels le fer et le phosphate, d'où la raréfaction de ces ressources. Mais Mikhail Zubkov, alors biogéochimiste au Centre national d'océanographie, en Angleterre, et ses collègues ont découvert une population importante de mixotrophes constitutifs (ceux naturellement photosynthétiques) dans cette zone, lorsqu'ils ont prélevé des échantillons d'eau lors de leurs voyages de recherches.

À partir de ces observations, deux modèles de chaîne alimentaire ont été développés. Celui prenant en compte la mixotrophie correspondait le mieux aux quantités de nutriments – et à leur cycle de renouvellement – détectés par Mikhail Zubkov. Au lieu d'être en compétition avec le phytoplancton, les bactéries croissent en utilisant des sucres et d'autres nutriments que les mixotrophes libèrent. Les mixotrophes se nourrissent alors des bactéries, qui leur fournissent plus de fer et de phosphate qu'ils n'en sont capables d'extraire de l'océan par eux-mêmes. Par ailleurs, le modèle ne correspondait aux observations que si les mixotrophes en question étaient constitutifs.

Un autre élément clé est la quantité de dioxyde de carbone extraite de l'eau de mer par les organismes. Les niveaux de fixation du carbone augmentent significativement avec les mixotrophes par rapport à ceux du phytoplancton traditionnel. Sans mixotrophes, les quantités globales de carbone marin, qui contribuent à l'acidification des océans, pourraient être bien supérieures.

Les mixotrophes sont particulièrement importants dans les eaux côtières, où leur influence sur la pêche, la pisciculture, la

conchyliculture... est notable. En 2017, nous avons utilisé un modèle de la mer du Nord incluant divers types de mixotrophes et avons découvert que lorsque de petits mixotrophes mangent des bactéries marines, leur population croît suffisamment pour surclasser d'autres types de planctons impliqués dans des efflorescences algales. Ces proliférations ne sont pas directement toxiques, mais en obstruant la surface elles bloquent la lumière du soleil, perturbant ainsi le cycle des nutriments qui nourrissent les minuscules larves de poissons et les aident à croître. Moins d'efflorescences implique donc plus de poissons.

La santé des poissons est aussi dépendante des mixotrophes. Le phytoplancton strict prospère au printemps, mais sa population décline ensuite : les larves de poissons ne peuvent pas donc pas compter sur lui. Les mixotrophes, en revanche, sont présents en permanence et constituent une source de nourriture riche et constante pour les poissons, en particulier en été.

## UN AVENIR EN SUSPENS

Les mixotrophes sont au cœur de beaucoup de problématiques dans le domaine des sciences marines : qu'il s'agisse de la gestion du changement climatique ou de la pêche, ou encore de la reconstitution des cycles passés du carbone ou la prédiction de futures efflorescences algales destructrices. Le défi, désormais, est d'associer les observations réelles et nos simulations pour comprendre ce que font les divers groupes de mixotrophes selon leur localisation et les saisons.

Ces thèmes sont importants car, tandis que notre climat change, nous devons savoir quelles conditions environnementales peuvent conduire à la prolifération des *Karlodinium* toxique, des *Noctiluca* dangereux pour les écosystèmes, ou encore des ciliés nocifs aux élevages de poissons et de fruits de mer. Nous avons récemment franchi la première étape vers cet objectif, en cartographiant les différents groupes de mixotrophes à travers les mers du monde. Nous devons ensuite mesurer leurs effectifs au gré des saisons, car les changements de lumière et de température peuvent drastiquement affecter leur croissance et leur prolifération.

Certains océanologues rappellent que nos conclusions se basent autant sur nos simulations que sur nos observations réelles, ce qui est une critique valide. C'est pour cette raison que nous avons besoin que davantage de scientifiques examinent l'activité des mixotrophes en dehors de leurs laboratoires, directement sur les mers. Partir à la rencontre de ces organismes aux allures de plantes qui cachent bien leur jeu. ■

## BIBLIOGRAPHIE

DIANE K. STOEKER ET AL., Mixotrophy in the Marine Plankton, *Annual Review of Marine Science*, vol. 9, pp. 311–335, 2017.

ADITEE MITRA ET AL., Defining Planktonic Protist Functional Groups on Mechanisms for Energy and Nutrient Acquisition ; Incorporation of Diverse Mixotrophic Strategies, *Protist*, vol. 167(2), pp. 106–120, 2016.

KEVIN J. FLYNN AND ADITEE MITRA, Building the «Perfect Beast»: Modelling the Mixotrophic Plankton, *Journal of Plankton Research*, vol. 31(9), pp. 965–992, 2009.