

➤ 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 Mixotrophic Plankton, *Journal of Plankton Research*, vol. 31(9), pp.965–992, 2009.

POUR LA SCIENCE HORS-SERIE

Édition française de Scientific American

COMPLÉTEZ VOTRE COLLECTION DÈS MAINTENANT!



N° 89 (oct. 15)
réf. DO089



N° 90 (janv. 16)
réf. DO090



N° 91 (avr. 16)
réf. DO091



N° 92 (juil. 16)
réf. DO092



N° 93 (oct. 16)
réf. DO093



N° 94 (janv. 17)
réf. DO094



N° 95 (avr. 17)
réf. DO095



N° 96 (août 17)
réf. DO096



N° 97 (nov. 17)
réf. DO097



N° 98 (févr. 18)
réf. DO098



N° 99 (mai 18)
réf. DO099



N° 100 (août 18)
réf. DO100

RETROUVEZ L'ENSEMBLE DES ANCIENS NUMÉROS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR/HORS-SERIE.HTML

À retourner accompagné de votre règlement à :

Pour la Science – Service VPC – 19 rue de l'Industrie – BP 90053 – 67402 Illkirch Cedex – email : pourlascience@abopress.fr

☒ **OUI, je commande des numéros de Pour la Science Hors-série, au tarif unitaire de 10,90 €.**

1 / JE REPORTE CI-DESSOUS LES RÉFÉRENCES à 5 chiffres correspondant aux numéros commandés :

1^{re} réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 2^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 3^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 4^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 5^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €
 6^e réf. _____ x 10,90 € = _____ €

TOTAL À RÉGLER _____ €

Offre valable jusqu'au 31/12/2018 en France Métropolitaine. Pour une livraison à l'étranger, merci de consulter boutique.pourlascience.fr

Les informations que nous collectons dans ce bon de commande nous aident à personnaliser et à améliorer les services que nous vous proposons. Nous les utiliserons pour gérer votre accès à l'intégralité de nos services, traiter vos commandes et paiements, et vous faire part notamment par newsletters de nos offres commerciales moyennant le respect de vos choix en la matière. Le responsable du traitement est la société Pour la Science. Vos données personnelles ne seront pas conservées au-delà de la durée nécessaire à la finalité de leur traitement. Pour la Science ne commercialise ni ne loue vos données à caractère personnel à des tiers. Les données collectées sont exclusivement destinées à Pour la Science. Nous vous invitons à prendre connaissance de notre charte de protection des données personnelles à l'adresse suivante : <https://rebrand.ly/charte-donnees-pls> Conformément à la réglementation applicable (et notamment au Règlement 2016/679/UE dit « RGPD ») vous disposez des droits d'accès, de rectification, d'opposition, d'effacement, à la portabilité et à la limitation de vos données personnelles. Pour exercer ces droits (ou nous poser toute question concernant le traitement de vos données personnelles), vous pouvez nous contacter par courriel à l'adresse protection-donnees@pourlascience.fr.

2 / J'INDIQUE MES COORDONNÉES

☐ M. ☐ Mme

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal _____ Ville : _____

Téléphone _____

J'accepte de recevoir les offres de Pour la Science ☐ OUI ☐ NON

3 / JE CHOISIS MON MODE DE RÈGLEMENT

☐ Par chèque à l'ordre de Pour la Science

☐ Carte bancaire

N° _____

Date d'expiration _____

Clé (les 3 chiffres au dos de votre CB) _____

Signature obligatoire :

Groupe Pour la Science – Siège social : 170 bis, boulevard du Montparnasse, CS20012, 75680 Paris Cedex 14 – Sarl au capital de 32000 € – RCS Paris B 311 797 393 – Siret : 311 797 393 000 23 – APE 5814 Z



PLUS SIMPLE, PLUS RAPIDE
ABONNEZ-VOUS SUR BOUTIQUE.POURLASCIENCE.FR