



Derrière l'apparente quiétude des eaux équatoriales se cache un foisonnement de vie, à l'échelle micrométrique. Encore très mal connu, l'univers planctonique révèle peu à peu son rôle important dans les échanges entre l'océan et l'atmosphère. © See and Sea

Olivier Blond
est journaliste
scientifique.

Un micro-organisme marin peut-il influencer le climat ?

Picophage, le plus petit prédateur connu

Olivier Blond

Le monde marin est tout, sauf un havre de paix. Orques ou requins blancs peuvent même sembler bien paisibles en comparaison d'un micro-organisme à l'appétit insatiable qui vient d'être découvert : « *Picophagus flagellatus* ». Aussi minuscule soit-il, il pourrait jouer un rôle dans le cycle du carbone.

Ramené dans des échantillons d'eau de mer prélevés dans le Pacifique équatorial en 1994, par l'équipe de Daniel Vaulot, de la station biologique de Roscoff, *Picophagus flagellatus* a échappé à l'attention de tous pendant des années. Les chercheurs s'intéressaient avant tout à d'autres organismes : les algues microscopiques qui composent le phytoplancton* et utilisent, comme toutes les plantes, l'énergie du soleil pour se multiplier. Or, « dans l'une des cultures qui avaient été laissées de côté car on n'y détectait pas signe de chlorophylle, Laure Guillou, alors en thèse, découvrit de minuscules micro-organismes », raconte Stephan Jacquet, également dans l'équipe

à l'époque. Dépourvus de pigments photosynthétiques, ces organismes étaient incapables d'utiliser la lumière du soleil et devaient donc, logiquement, se nourrir d'autres êtres vivants⁽¹⁾. Il fallut deux ans pour valider l'hypothèse⁽²⁾. D'une taille inférieure à 3 micromètres, cet organisme unicellulaire est le plus petit prédateur connu. Il présente deux appendices qu'il utilise pour se déplacer. Le premier est court et glabre, le second est orné de poils et exceptionnellement long : il peut mesurer jusqu'à six fois le diamètre de la cellule. Le mouvement incessant des poils brasse l'eau pour attirer les proies. Tout

cela lui vaut le nom de *Picophagus flagellatus*, le minuscule mangeur au flagelle.

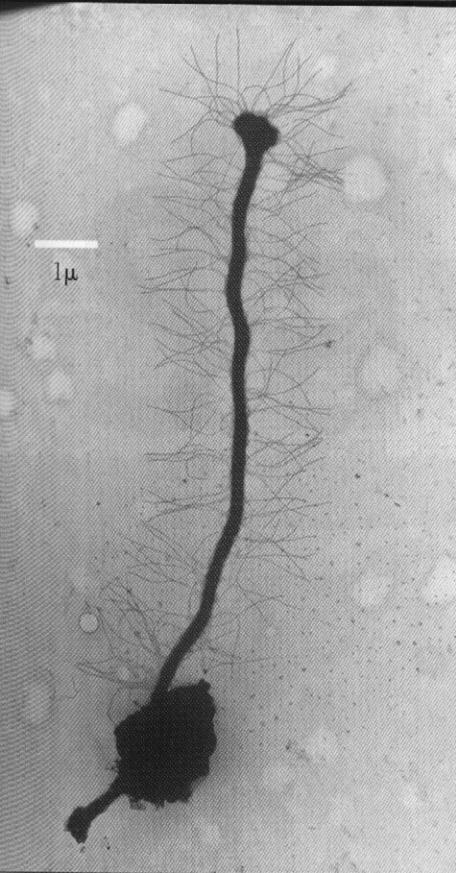
Sa proie est non seulement le plus petit mais aussi le plus abondant des organismes photosynthétiques de la planète

Comme le fait remarquer John Dolan, du laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer : « La microbiologie marine connaît aujourd'hui une phase de croissance explosive, un peu comme la biologie des sols il y a quelques années. Grâce aux nouvelles techniques, en particulier celles de la biologie moléculaire, chaque fois que l'on pioche, on découvre de nouveaux

êtres vivants. La question est de savoir si ces espèces sont représentatives de celles qui existent en mer, ou si elles sont marginales. »

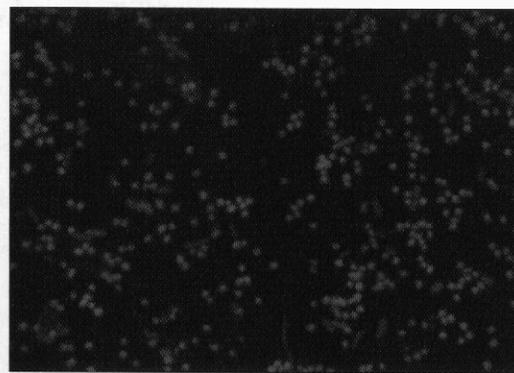
Selon Daniel Vaulot, « *Picophagus* n'est sans doute pas très abondant. Certains de ses cousins le sont probablement davantage, mais il est intéressant comme modèle des prédateurs actifs en milieu océanique.⁽³⁾ » En effet, il mange une bactérie du nom de *Prochlorococcus*.

Découverte en 1988 par une équipe américaine menée par Sallie Chisholm du département de génie civil du MIT⁽⁴⁾, cette bactérie est le plus petit et le plus abondant des organismes photosynthétiques de la planète. Son diamètre est d'environ 0,6 micron



« **Picophagus flagellatus** », ci-contre, mesure moins de 3 micromètres de large, mais son plus long flagelle peut atteindre 6 fois cette taille. C'est grâce aux poils de ce flagelle qu'il peut capturer ses proies. Son mets favori est une bactérie, du nom de *Prochlorococcus*, vue ici en microscopie confocale : excitées par une lumière bleue, les cellules dont le diamètre est inférieur à 0,2 micromètre apparaissent en rouge.

© L. Guillou et S. Jacquet



* **Le plancton** désigne l'ensemble des micro-organismes qui flottent librement dans les eaux.

Le phytoplancton correspond aux organismes photosynthétiques, essentiellement des algues et des cyanobactéries.

Le picoplancton regroupe ceux dont la taille est comprise entre 0,2 et 2-3 microns, et **le nanoplancton**, ceux compris entre 2 et 20 microns.

* **Les diatomées**

sont des algues brunes unicellulaires dotées d'une paroi en silice, qui sédimentent après leur mort.

* **Les flagellés**

forment une catégorie de protozoaires, c'est-à-dire d'organismes unicellulaires eucaryotes, donc non bactériens. Comme leur nom l'indique, ils se déplacent au moyen de un ou de plusieurs flagelles.

(1) L. Guillou *et al.*, *Protist*, 150, 383, 1999.

(2) L. Guillou *et al.*, *Aquat. Microb. Ecol.*, à paraître.

(3) S. Yeo Moon-Van der Staay *et al.* *Nature*, 409, 607, 2001.

(4) S. Chisholm *et al.*, *Nature*, 334, 340, 1988.

(5) D'Antoine *et al.*, *Global Biogeochem. Cycles*, 10, 57, 1996.

(6) S.W. Chisholm *et al.*, *Science*, 294, 309, 2001.

(7) D. Maric *et al.*, *Applied and Environmental Microbiology*, 65, 45, 1999.

et sa densité peut atteindre 100 millions de cellules par litre. C'est une cyanobactérie, ou algue bleue. Notre prédateur chasse donc des bactéries qui ressemblent à des plantes : en fait, il broute.

Question de taille. Or, comme le rappelle John Dolan : « Jusqu'à présent, on ne connaissait pas de prédateur pour *Prochlorococcus*. Les quelques flagellés* qui parvenaient à s'en nourrir le faisaient avec une faible efficacité. » Voilà enfin identifié le consommateur de la bactérie la plus répandue de l'océan, ou du moins l'un d'entre eux. Pourquoi le picophage la trouve-t-il à son goût ? Question de taille, probablement. Selon Philippe Lebaron, du laboratoire d'océanographie biologique de Banyuls : « Dans le monde planctonique, et pour des raisons en grande partie mécaniques, un prédateur consomme des proies qui se situent dans une classe de taille bien déterminée. » Si, dans le monde marin, le rapport optimal entre la taille d'un prédateur et celle de sa proie est habituellement de l'ordre de 10 (de 1 000 en volume), il est plus faible pour les micro-organismes. Ainsi, les chercheurs considéraient jusqu'à présent que les bactéries de taille inférieure au micron étaient mangées par des flagellés de 5 μm, eux-mêmes mangés par d'autres, d'une ving-

taine de microns. Soit un rapport de taille compris entre 4 à 5. Dans le cas de *Picophagus* et *Prochlorococcus*, ce facteur est encore plus bas : de l'ordre de 3 pour 1. C'est donc une surprise. L'univers planctonique est extrêmement mal connu. Les différents organismes qui le constituent ne sont parfois distingués que par la taille. Comme l'explique Stephan Jacquet : « Jusqu'à présent, les biologistes pensaient qu'en dessous de 2 microns, il ne restait aucun prédateur, et qu'avec un filtre de taille adéquate, ils pourraient isoler les populations de microalgues de leurs brouteurs. » Il est probable que dans certains cas au moins, le loup se soit glissé dans la bergerie.

Que devient le carbone quand le picoplancton est mangé par du nanoplancton, lui-même mangé par du microplancton... ?

Ce prédateur pourrait jouer un rôle important dans la dynamique des populations planctoniques, de plus en plus étudiée depuis que l'on s'intéresse de près aux conséquences climatiques des émissions de dioxyde de carbone. En effet, le plancton photosynthétique transforme le CO₂ dissous dans la mer en matière organique. Selon certaines

estimations, sa capacité d'absorption serait même supérieure à celle des forêts continentales⁽⁵⁾ ! En gros sur les 7,6 milliards de tonnes de CO₂ émises chaque année dans l'atmosphère, 3,6 restent dans l'atmosphère, 2 sont absorbées par les forêts et 2 autres par l'océan. Toutefois, ce phénomène est encore très mal compris : que devient le carbone dans le réseau trophique, quand le picoplancton est mangé par du nanoplancton, lui-même mangé par du microplancton, etc. ? Lorsque le carbone se transmet efficacement d'une proie à son prédateur le long de la chaîne alimentaire, il se retrouve dans les échelons supérieurs, ou dans des particules qui sédimentent (cadavres, fèces...).

« Mais ce n'est pas toujours le cas » explique France Van Wambeke, du laboratoire de microbiologie marine de Marseille : « Plus il y a d'intermédiaires dans la chaîne trophique, et moins les prédateurs sont efficaces : ils dissipent beaucoup d'énergie pour se nourrir et libèrent alors du CO₂ par respiration. » *Picophagus flagellatus* forme un échelon supplémentaire de cette chaîne. Il est donc possible que sa présence intensifie le recyclage de la matière organique et son retour sous forme de CO₂ dans l'atmosphère.

Une autre question demeure non

résolue : celle de l'étonnante stabilité des populations planctoniques. Depuis plus d'une dizaine d'années, des expériences tentent d'accroître la quantité de plancton en mer, pour tester la capacité d'absorption des océans⁽⁶⁾. « Mais même dans les expériences où l'on encourage leur croissance, en déversant dans la mer du fer par exemple, les populations de *Prochlorococcus* restent stables, tandis que d'autres micro-organismes* plus gros comme les diatomées* se développent », rappelle Stephan Jacquet. Or, on sait que les cellules telles que *Prochlorococcus* se divisent, en moyenne, une fois par jour. Le chercheur poursuit : « Ce paradoxe disparaît si l'on admet que les brouteurs comme *Picophagus* mangent les petites bactéries, mais pas les algues plus grosses. »

Et les virus ? Est-ce le seul facteur de régulation ? Philippe Lebaron attire, lui, l'attention sur les virus marins, qui pourraient eux aussi détruire de nombreuses cellules. « Ils jouent très probablement un rôle énorme, mais dont on ne sait quasiment rien ! » Un point non négligeable, si l'on en juge par leur nombre : selon les estimations de l'équipe de Daniel Vaultot, ils seraient entre 2 et 10 milliards par litre d'eau de mer⁽⁷⁾.

O.B. ■