

L'EXTRÊME DIVERSITÉ DES INTERACTIONS MICROBIENNES MARINES



Dans la mer, des bactéries et des archées (en bleu) colonisent des agrégats de cellules photosynthétiques dont on distingue ici le contour (des diatomées, par exemple) et de matière non vivante.

P*rochlorococcus* et *Pelagibacter* ne sont que deux représentants de la communauté microbienne très diverse qui habite l'océan. D'une manière générale, l'ensemble des microorganismes (c'est-à-dire les organismes unicellulaires microscopiques) jouent un rôle clé dans les cycles des éléments. Ils sont responsables d'une grande part des flux de matière et d'énergie. Leur implication dans le cycle du carbone est illustrée par le rôle des microorganismes photosynthétiques (le microplancton) qui transforment annuellement environ 40 millions de tonnes de carbone inorganique (le CO_2 , qui provient à l'échelle annuelle de l'atmosphère et de l'océan profond) en matière organique. Environ la moitié de ce carbone synthétisé constitue l'un des déchets dont il est question dans l'article (le carbone organique jeté à la mer par *Prochlorococcus*). Ce carbone est utilisé en tant que substrat de croissance par des microbes, bactéries comme archées. Cette utilisation s'effectue à des temps allant de minutes à quelques semaines.

Comment la vaste diversité des microorganismes influe sur ces transformations et échanges ainsi que sur les flux d'énergie associés est une question encore largement non résolue. De nombreuses études ont récemment mis en évidence une large gamme de substances échangées qui semble constituer la base des interactions spécifiques de deux espèces microbiennes. À titre d'exemple, des vitamines sont échangées contre des composés organiques,

les composés riches en carbone sont troqués contre des substances contenant de l'azote, du phosphore, du soufre ou du fer. L'excrétion par un microorganisme d'hormones régulant la division cellulaire d'une autre espèce de microbe représente un autre exemple d'interaction.

Mais comment toutes ces cellules peuvent-elles s'épauler alors qu'elles sont présentes de manière diluée dans l'océan? En effet, si l'on considère une distribution homogène de mille millions de microbes dans un litre d'eau de mer, la distance moyenne entre une cellule et sa voisine la plus proche correspond à

Une part des microorganismes se regroupent au sein de patchs riches en substrats

environ 100 à 200 fois son diamètre... En fait, il s'avère qu'une part des microorganismes se regroupent au sein de patchs riches en substrats (les composés organiques de manière générale, qui contiennent des éléments tels que du carbone, de l'azote, du phosphore, du soufre, etc.) et que les microbes vont et viennent entre ces patchs et l'eau de mer environnante.

De taille variable (du nanomètre à quelques centimètres), ces patchs se trouvent partout dans l'océan, du fond jusqu'en surface. Ils peuvent être de

différentes natures. Certains consistent en une agrégation de cellules photosynthétiques: la matière organique produite par ces cellules rend ces dernières gluantes et agit comme une colle naturelle. D'autres sont des particules constituées de matière non vivante: la matière organique peut, sous l'action du mouvement de l'eau, former ce qu'on appelle des «microgels». Enfin des débris d'organismes multicellulaires morts ou des particules provenant de sédiments ou d'une rivière peuvent aussi être très attractifs pour les communautés microbiennes.

L'ensemble de ces microniches constituent un objet d'étude formidable pour de futures découvertes sur la richesse des interactions microbiennes dans l'océan et leur impact sur le fonctionnement des communautés microbiennes. Leur étude n'en est qu'à ses débuts. Dans notre laboratoire, notamment, nous nous intéressons au contenu en carbone organique et en fer des patchs et à leur accessibilité pour les microbes dans l'océan Austral. Cette question et d'autres nous amènent à explorer des océans lointains, où nous découvrons des écosystèmes fascinants et vulnérables comme celui de la région des îles Kerguelen. Nous avons observé qu'au début du printemps, des associations se créent entre certaines diatomées (des algues unicellulaires) et des espèces de bactéries et d'archées. Ce résultat suggère que les diatomées façonnent l'habitat pour les microbes et influencent ainsi leur diversité.

INGRID OBERNOSTERER
Laboratoire d'océanographie microbienne, CNRS, Sorbonne Université