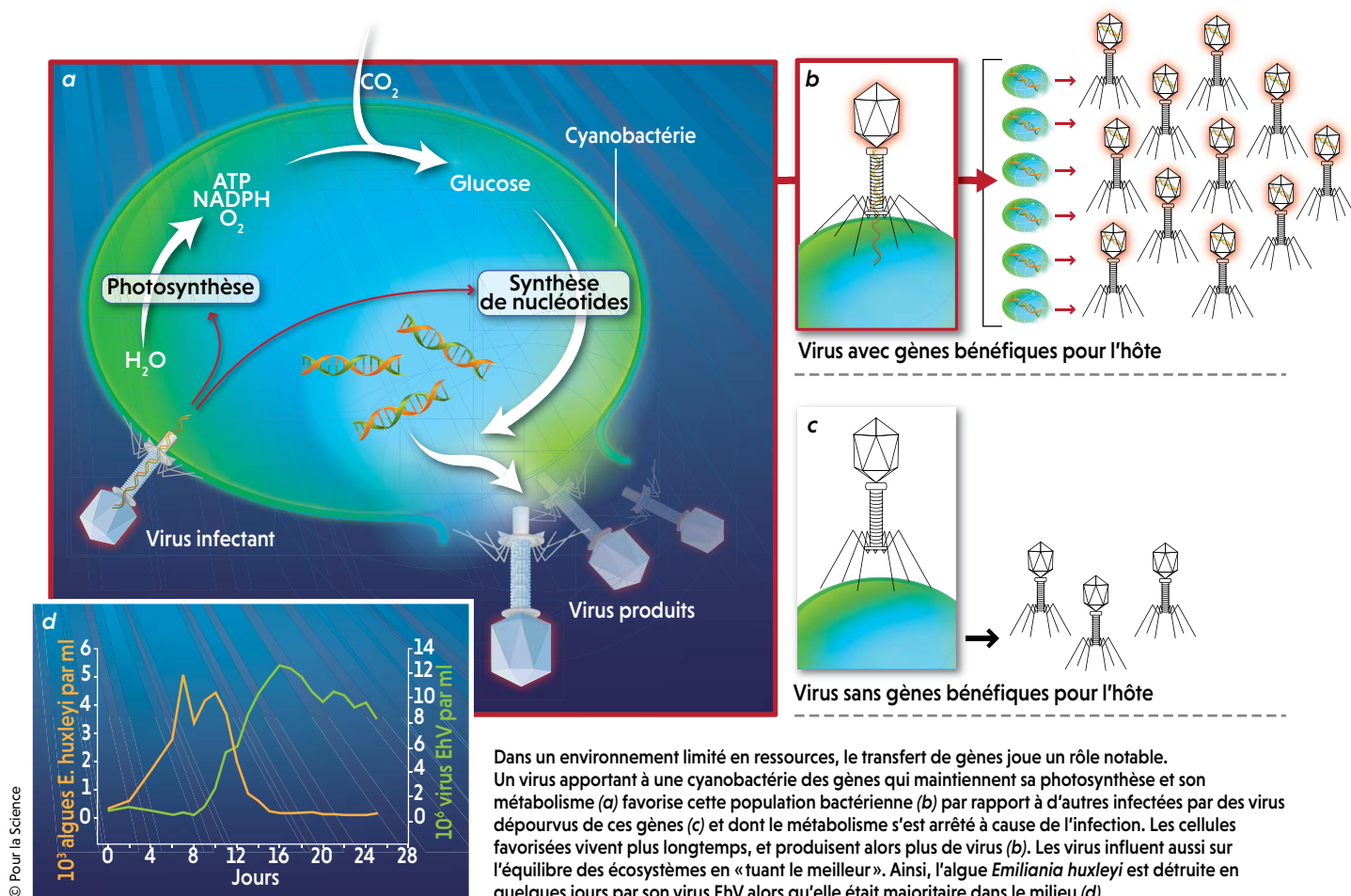




© Pour la Science

nombre de 10^{24} pour l'ensemble des océans, selon une évaluation prenant en compte les concentrations bactériennes et virales connues, la probabilité de rencontre de l'hôte et du virus ou encore les conditions environnementales.

Ce mécanisme de transfert génétique n'est pas l'apanage des procaryotes. Il existe aussi, dans une moindre mesure, chez les eucaryotes. Les virophages semblent d'ailleurs aussi participer au transfert de matériel génétique chez ces organismes: *Mavirus*, le virus du virus *CroV* découvert en 2011, pourrait être à l'origine des transposons, ces fragments d'ADN capables de se déplacer et de se multiplier de façon autonome dans un génome eucaryote.

DES ABYSES ENCORE INEXPLORÉS

Aujourd'hui, il n'est plus possible d'ignorer le rôle des virus dans les écosystèmes aquatiques. Par leurs activités régulatrices des populations, ou grâce à l'action indirecte de leurs gènes, les virus aquatiques, de par leur nombre et leur diversité, contribuent de façon essentielle à la biodiversité en augmentant la variabilité génétique des microorganismes. Ce faisant, ils participent à la régulation du fonctionnement écologique de la planète et à ses

BIBLIOGRAPHIE

- A. GREGORY ET AL., Marine DNA viral macro- and micro-diversity from pole to pole, *Cell*, vol. 177, pp. 1-15, 2019.
- R.-M. BARTHÉLÉMY ET AL., Serendipitous discovery in a marine invertebrate (*Phylum Chaetognatha*) of the longest giant viruses reported till date, *Virology: Current Research*, 2019.
- M. LEGENDRE ET AL., Diversity and evolution of the emerging Pandoraviridae family, *Nature Communications*, vol. 9, Art. 2285, 2018.
- L. JACQUEMOT ET AL., Therapeutic Potential of a New Jumbo Phage That Infects *Vibrio coralliilyticus*, a Widespread Coral Pathogen, *Front. Microbiol.*, 02501, 2018.
- M. VLOK ET AL., Marine RNA virus quasispecies are distributed throughout the oceans, *mSphere*, vol. 4, e00157-19, 2018.

changements évolutifs. Ils prendraient même part à la régulation climatique: en recyclant la matière organique présente dans les océans, ils modifient le flux de carbone qui y transite, notamment son transfert vers le fond, et influent *in fine* sur la quantité de gaz carbonique que ces derniers absorbent ou rejettent dans l'atmosphère.

La compréhension de leur impact réel sur l'environnement et de leur rôle dans l'évolution du vivant n'en est qu'à ses débuts... de même que l'étude de leur diversité. Le volume des océans est tel que seule une infime proportion a été explorée à ce jour. Au-delà de 200 mètres de profondeur, les sous-marins scientifiques n'ont visité que l'équivalent de la région parisienne. Qu'y a-t-il dans les milliards de mètres cubes restant à explorer? Près des sources froides d'où s'échappe le méthane, où des écosystèmes se constituent, ou dans les fumeurs chauds et noirs, des cheminées hydrothermales riches en sulfure d'hydrogène? Ou encore près des coraux profonds que l'on commence à découvrir et des monts sous-marins inexplorés? Et même dans les sédiments où les virus, prédateurs majeurs des grands fonds, s'accumulent aussi au fil du temps et restent actifs pendant des milliers d'années? ■

Les bactéries qui aiment le plastique

Maria-Luiza Pedrotti explore le monde inconnu des bactéries mangeuses de plastique. Ces microorganismes abondent dans les vortex de déchets flottant à la surface des océans. Pourront-elles en venir à bout ?

La vue depuis la proue de la goélette *Tara* tandis qu'elle affronte les grands vents du Pacifique.

L'ESSENTIEL

● Le «continent de plastique» est surtout un vortex géant où s'accumulent les petits fragments de plastiques.

● Une riche communauté microbienne s'y développe, distincte de celle que l'on trouve ailleurs.

● Les bactéries présentes se caractérisent surtout par trois

propriétés: elles fixent l'azote, échangent intensément des gènes et dégradent le plastique.

● Elles inquiètent les autorités sanitaires qui craignent la dissémination de résistances aux antibiotiques.

● Elles pourraient néanmoins aider à contenir la pollution par le plastique.

L'AUTEURE



ELIZABETH SVOBODA
Journaliste scientifique et écrivaine, elle contribue régulièrement à *Discover*, *Newsweek*, *Nautilus*, *Quanta*...



u milieu de l'océan Pacifique, à quelques centaines de kilomètres de Hawaï, un tourbillon de plastique ne cesse de croître depuis les années 1980. Surnommé le «septième continent», ce vortex dit du Pacifique nord est le témoin monstrueux de la culture du jetable. Il est aussi, contre toute attente, un terrain de jeu pour de nombreux microorganismes.

À bord de la goélette *Tara*, l'océanographe Maria-Luiza Pedrotti, du CNRS, et ses collègues, traquent les mystérieux habitants de ce qu'elle nomme la «plastisphère». Leur objectif: identifier les microbes de ce nouvel écosystème et comprendre leur biologie. Il s'agit d'apprendre comment ces organismes influent

Le vortex de déchets du Pacifique nord n'est pas un «continent» solide, mais plutôt une soupe tourbillonnante de milliards de fragments de plastiques. Pour les étudier, des échantillons sont collectés par des filets Manta à maille fine (à gauche). La taille des fragments (à droite) varie du micromètre au millimètre.

sur la chaîne alimentaire de l'océan en général et, par extension, la santé des hommes.

Les travaux de Maria-Luiza Pedrotti sur les microbes du vortex sont toujours en cours (voir l'encadré, page 48). Toutefois, ses études précédentes (sur les déchets en Méditerranée) avaient déjà révélé certaines particularités des microbes qui prospèrent sur les fragments de plastique.

CHOLÉRA ET AUTRES MENACES

Ceux du septième continent abritent de grandes quantités de bactéries du genre *Vibrio*, notamment l'agent responsable d'une maladie humaine tristement célèbre, le choléra. La plastisphère héberge d'autres dangers. En 2018, des chercheurs du *Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries*, en Allemagne, et d'ailleurs, ont révélé que les bactéries des microplastiques échangent très fréquemment des gènes. Cette activité accrue serait due à la vaste surface de croissance offerte aux microbes par les plastiques. Ces échanges génétiques rapides facilitent



l'apparition et la diffusion de résistances aux antibiotiques qui, à terme, pourraient profiter à des agents infectieux humains.

De telles découvertes ont mis en alerte les experts en maladies infectieuses. On ne peut toutefois pas imaginer débarrasser l'océan de ses monceaux de déchets plastiques. En effet, nous ignorons encore à quel point la faune microbienne de ces zones et les chaînes trophiques de l'océan sont connectées: l'élimination de la plastisphère pourrait avoir des conséquences imprévues sur l'écosystème océanique global.

Ce n'est qu'une question rhétorique, car il est impossible de retirer ne serait-ce qu'une fraction significative de tout le plastique présent. De fait, la plus grande part de cette pollution est microscopique et ne peut pas être capturée.

Un espoir réside cependant au cœur même de la platisphère pour en contrer les pires effets. Des scientifiques français étudiant le



Cet article a d'abord été publié en anglais par *Quanta Magazine*, une publication en ligne indépendante soutenue par la *Simons Foundation* afin de favoriser la diffusion des sciences: <http://bit.ly/QM-Plastic>

vortex de déchets de l'Atlantique nord y ont découvert une concentration importante de microbes capables de digérer les plastiques pour produire leur propre énergie. Les recherches de Maria-Luiza Pedrotti confirment la présence de tels organismes. On pourrait alors exploiter ces microbes pour dégrader au moins une partie des débris flottants.

I HAD A DREAM...

La solution idéale est en amont. Elle consisterait à endiguer durablement le flot de déchets plastiques de manière à ne faire de la plastisphère qu'un bref épisode de l'histoire. «Je rêve que, dans plusieurs siècles, déclare Romain Troublé, directeur exécutif de la fondation Tara Océan, lorsque les géologues observeront les traces de cette couche de plastique, ils constateront qu'elle s'est arrêtée à l'an 2050.» Afin d'en savoir plus, nous avons rencontré Maria-Luiza Pedrotti à bord de *Tara*.

« On pourrait endiguer la pollution grâce à plusieurs espèces de bactéries »

Comment en êtes-vous venue à étudier les communautés microbiennes des vortex de plastique ?

Maria-Luiza Pedrotti : Pendant ma thèse, j'ai travaillé sur la dispersion des larves d'oursins. J'ai ensuite étudié la diversité bactérienne dans divers agrégats, notamment sur des fibres issues d'installations de traitement des déchets. En 2014, j'ai coordonné une expédition qui s'intéressait au plastique. Quand Romain Troublé, de la fondation Tara, m'a proposé de la faire sur *Tara*, j'ai tout de suite dit «Oui!».

Comment les échantillons sont-ils collectés et analysés ?

Maria-Luiza Pedrotti : Avec un filet de type Manta, à maille fine, que le navire traîne, nous recueillons tous les fragments dont la taille est supérieure à 300 micromètres. Pendant la collecte, nous avançons à seulement trois nœuds, car nous avons besoin de conditions calmes.

Nous avons déployé des filets dans le vortex du Pacifique Nord en juin et juillet 2018 pour des analyses génomiques, pour évaluer

la distribution spatiale des fragments et enfin pour identifier la biodiversité associée au plastique. Nous faisons jusqu'à cinq prélèvements par jour : nous passons donc notre temps à cela ! Pour trente minutes passées dans l'eau, un filet retenait jusqu'à 500 fragments de plastique. C'est beaucoup !

Nous séquençons deux molécules (les ARN ribosomiaux 16S et 18S qui aident à reconstruire l'histoire évolutive des organismes) de certaines bactéries, tandis qu'avec le Genoscope (le centre national français de séquençage), nous réalisons une analyse métagénomique. Nous obtenons ainsi un aperçu complet des communautés de microbes libres et de celles qui sont associées aux agrégats de plastique. Nous pourrions mieux comprendre la dispersion des espèces invasives, toxiques et pathogènes.

Nous analysons également des échantillons du vortex du Pacifique Nord pour déterminer la proportion de plastique par rapport au plancton, une sorte d'indicateur de l'état de l'environnement. Quand le plastique est majoritaire, les poissons meurent, car ils ingurgitent surtout ces microdébris. Selon de précédentes