

Quelles sont ces petites créatures qui pourraient sauver nos océans ?

Mar Benavides

Océanographe spécialisée en microbiologie
et chercheuse à
l'Institut Méditerranéen d'Océanologie
(MIO / IRD)

[Eloi Choplin] Bonjour à tous, je suis Eloi Choplin et j'ai le grand plaisir d'être avec vous aujourd'hui aux premières loges pour écouter une chercheuse hors du commun, vous allez le voir.

Je vous propose de partir à la découverte d'un projet soutenu par la Fondation BNP Paribas dans le cadre de son programme *Climate & Biodiversity Initiative* : c'est le projet NOTION.

Nous verrons ensemble que ce projet cible plusieurs des Objectifs de Développement Durable (ODDs) et comme tout projet d'envergure, il souligne l'interdépendance des objectifs et l'approche holistique nécessaire et déterminante qu'il faut pour bien comprendre les enjeux de développement durable.

Le projet que nous allons ensemble rencontrer va nous montrer l'impact de l'infiniment petit sur l'infiniment grand – sacré voyage.

De la rue Rossini à Marseille, du *BivvAk!* à l'IRD à Marseille, il n'y a qu'un pas que nous franchissons allègrement dans ces conférences. Le plus simple pour moi c'est de vous présenter Mar Benavides, que nous rencontrons aujourd'hui.

Alors pour présenter une invitée en 2021, si on veut faire une économie de mots, le plus simple c'est d'aller voir son compte Twitter ; ça donne au moins une idée : « Océanographe microbienne reliant les échelles spatio-temporelles des processus microbiens dans l'océan »

Ce que j'en comprends c'est que Mar Benavides cherche. Elle cherche à comprendre les interactions entre les microbes marins et leur environnement. Mar est chargée de recherche IRD à l'Institut Méditerranéen d'Océanologie à Marseille (MIO), et nous allons voir avec elle à quel point les toutes petites choses, ces choses microscopiques, minuscules, dont on ne se soucie pas du tout, et bien toutes ces petites choses peuvent avoir un impact à des échelles colossales.

Nous allons entendre parler de nanotechnologies, de biologie moléculaire, de géochimie, d'échelle spatio-temporelle, et si comme moi vous étiez nul en science nat' à l'école, en maths ou en physique, vous comprendrez quand même tout, grâce au talent nécessaire et efficace de vulgarisation scientifique de Mar.

Nous allons voir à quel point ce projet NOTION soutenu par la Fondation BNP Paribas peut aider à comprendre le rôle des phytoplanctons marins dans la création de ressources pour l'humanité ; comment l'infiniment petit peut rendre des services écosystémiques.

J'espère que vous êtes confortablement installé ; respirez, soufflez, et ensemble plongeons aux côtés de notre invitée dans un univers trop méconnu.

Mar vous allez être notre guide, nous allons plonger à vos côtés, et je pense qu'on en ressortira avec une meilleure compréhension du rôle de l'infiniment petit dans la régulation du climat.

Mar, je vous laisse la main, c'est à vous.

[Mar Benavides] Bonjour à tous,

Comme vous le savez certainement – car vous l'avez appris à l'école – la Terre est surnommée la planète bleue. Et pour cause, les océans recouvrent 71% de la surface terrestre. Ça, vous le savez aussi.

Je suis certaine que vous avez également entendu parler du rôle des océans dans le changement climatique. Ils permettent de capter 1/4 du CO₂ présent dans l'atmosphère, CO₂ que nous rejetons en partie en raison de nos activités industrielles. Jusqu'ici, rien de nouveau.

Mais, savez-vous comment les océans captent ce CO₂ ? Et une fois capté, que font-ils de ce CO₂ ?

Ce que nous savons, c'est que les océans sont en train de changer. Or si les océans changent, puisqu'ils représentent 71% de la surface terrestre, c'est toute la planète qui change. En effet, pourquoi aujourd'hui perdent-ils peu à peu leur capacité à absorber le CO₂ ? Quel est leur rôle dans le changement climatique actuel et pour les décennies à venir ?

Beaucoup de questions dont les réponses sont encore incertaines.

J'ai toujours été attirée par les océans, par la mer, par l'eau. Mon père était le responsable de l'équipe de voile espagnole et je m'appelle Mar ! C'est peut-être tout simplement une question de destin.

Très tôt, je me suis donc dit que j'allais étudier les océans et c'est exactement ce que je fais aujourd'hui à l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO). Je vous propose ainsi de plonger au cœur des océans pour mieux les comprendre.

Mais avant de faire le grand saut, j'aimerais vous poser une question : savez-vous combien de gouttes d'eau se trouvent dans 1L d'eau ?

Il y en a environ 20 000 gouttes d'eau dans 1L d'eau. Cela veut dire que dans un petit aquarium de 50 litres seulement, vous avez déjà un million de gouttes d'eau !

Alors imaginez, dans une piscine, un lac, une rivière, un fleuve, une mer, dans l'océan ! Des milliards de milliards de milliards de gouttes d'eau.

Mais le plus fascinant, c'est de prendre une seule de ces gouttes d'eau et de rentrer à l'intérieur. Qu'allons-nous découvrir ?

Et bien, ça : et oui, dans la goutte d'eau, il y a de la vie.

Il y a du zooplancton comme les copépodes, du phytoplancton comme les diatomées, ou encore des millions de minuscules bactéries et même des virus. Ils cohabitent tous ensemble, parfois ils sont bons amis, se facilitent la vie, collaborent, ou ils sont en compétition.

Vous vous imaginez qu'ils ne parlent pas. En tout cas, pas avec des mots comme nous. Mais ils ont des mécanismes de communication, comme les signaux chimiques ou encore le mouvement.

Par exemple, les petites bactéries sont capables de sentir les traces d'un grand copépode lors de son passage près d'elle. C'est fascinant, non ?

Mais ceux qui nous intéressent aujourd'hui, ce sont les phytoplanctons. Les phytoplanctons sont des micro-algues, des petites plantes vivant en suspension dans l'eau. La plupart des espèces de phytoplancton sont 100 fois plus petites que les fourmis de votre jardin, bien plus petites qu'un de vos cheveux.

Ainsi, vous ne les verrez jamais à l'œil nu, même avec une loupe, mais ils sont pourtant bel et bien là. Quand vous pataugez dans une rivière, quand vous vous baignez dans un lac ou quand vous allez à la plage, ils sont là. Des milliards de milliards de milliards de phytoplanctons dans des milliards de milliards de milliards de gouttes d'eau.

Ça donne le tournis n'est-ce pas ?

Ils sont donc absolument partout mais personne n'en parle jamais. D'ailleurs, quand je vais dans un aquarium, à la fin de la visite sur le livre d'or, je demande toujours où sont passés les phytoplanctons ? Ils ne sont jamais mentionnés ! Je vous encourage à faire la même chose lors de votre prochaine sortie à l'aquarium pour lutter ensemble contre cette injustice !

Pourquoi je vous parle de ces organismes invisibles à l'œil nu ? Car ils ont un pouvoir incroyable. Ils sont capables d'absorber le CO₂ de l'atmosphère. C'est ce CO₂ qui réchauffe notre planète. Tout ce pouvoir d'absorption, ça va aider la planète et le climat.

Alors bien sûr, une partie de ce CO₂ se dissout directement dans l'eau, sans l'intervention des phytoplanctons. C'est un peu comme la machine *Sodastream* pour faire de l'eau gazeuse.

Mais les phytoplanctons sont également capables de capter une partie de ce CO₂. Ils le transforment et l'incorporent dans leurs petits corps pour se reproduire. C'est grâce à ce CO₂ et à la lumière du soleil que ces cellules pourront se reproduire. Ils font donc de la photosynthèse comme les plantes sur terre.

Tous ces phytoplanctons pèsent moins de 1% de toutes les plantes présentes sur Terre – ils sont donc très petits. Pourtant chaque année, ils font autant de photosynthèse que toutes les plantes terrestres réunies. Ils sont très petits mais très puissants !

En revanche, pour y parvenir, les phytoplanctons ont donc besoin du soleil mais également d'azote. Tout comme les engrais sont nécessaires pour faire pousser les cultures sur terre, l'azote fournit la valeur nutritive dont le phytoplancton a besoin pour se développer dans l'océan.

Et c'est là que les choses se corsent. Il y a en effet très peu d'azote dans les océans.

Regardez cette carte : il y a plus d'azote sur les côtes et les zones polaires. L'azote se trouve également dans les profondeurs sous-marines ; des remontées d'eaux pourraient alimenter nos phytoplanctons. Or à la surface, il n'y a presque pas d'azote : vous voyez toute la partie violette qui montre qu'il n'y a pas d'azote sur 60% de la surface des océans. 60% ! C'est beaucoup

Dans les zones centrales des océans, vous avez en effet d'énormes masses d'eau qui forment des couches superposées. L'eau n'y bouge pas ou très peu de façon verticale. Ainsi, ces couches forment des strates, comme des sortes de bouchon. L'eau des profondeurs ne peut pas remonter à la surface et donc ramener l'azote aux phytoplanctons.

Ces « déserts océaniques » constituent de grandes étendues d'eau très pauvre en azote : l'eau est très foncée comme vous le voyez sur l'image de gauche. Tandis que sur l'image de droite, vous voyez une eau plutôt riche en azote, plutôt bleu verte ; ce que vous avez l'habitude de voir près des côtes.

Mais là, normalement, si vous m'avez bien suivie, vous devez vous demander comment des phytoplanctons vivant en plein milieu des océans, où il n'y a pas d'azote, peuvent alors se reproduire et capter du CO₂ ?

Eh bien, ils y arrivent grâce à mes planctons préférés, ceux qui constituent le cœur de ma recherche, mes chouchous : les diazotrophes.

Les diazo-quoi ? Tout simplement : « di » signifie « deux », « azo » pour azote, et « trophos » ça signifie « nourriture » en grec. Donc les diazotrophes sont tout simplement des microbes qui mangent l'azote.

L'azote, il y en a partout. Notre atmosphère est composée à 70% d'azote, mais dans sa forme inerte. Les diazotrophes sont en fait les seuls organismes capables d'utiliser l'azote atmosphérique. Incroyable, non ?

Ici sur cette image vous avez des exemples de diazotrophes. En forme de cercle, à gauche de l'image, il s'agit des *Crocospaera*. Les autres à droite, en forme de bâtonnets, sont les *Trichodesmium*.

Je ne vous montre que deux espèces, mais nous pensons qu'il y existe des centaines dans les eaux voire des milliards.

Pour mes petits diazotrophes, transformer l'azote implique un grand investissement énergétique, afin de pouvoir donner cet azote transformé à la communauté. Les diazotrophes sont ainsi les véritables Samaritains de l'océan. C'est comme un fertilisant naturel.

Mais l'océan est en train de changer : la pollution, l'acidification, la perte d'oxygène, le réchauffement vont-ils favoriser ou défavoriser les diazotrophes ? Comment le changement climatique affectera-t-il l'activité et la diversité des diazotrophes ?

Difficile à dire puisqu'on ne connaît ni leur nombre exact ni l'étendue de leur diversité. Seules cinq espèces ont été étudiées dans l'océan, et les expériences de simulation du changement climatique n'ont été testées que sur deux d'entre elles.

Avec mon projet NOTION, mon travail est donc de participer à la compréhension de ces diazotrophes et de leur comportement à venir.

Les diazotrophes sont tout petits mais leur impact sur la planète est énorme. C'est pour quoi, pour étudier le « très très grand », comme les océans, il faut regarder d'abord l'infiniment petit.

Pour cela, j'ai commencé à réaliser des tests en laboratoire. Nous recréons les conditions du changement climatique et observons comment les diazotrophes y réagissent.

Sur la photo que vous voyez, nous avons fabriquer ces cylindres nous-mêmes. C'est tout un système de tubes, de valves, de lumières qui simulent le lever et le coucher du soleil. Je vous passe les détails, mais croyez-moi ce n'est pas de la tarte !

Nous prenons donc des diazotrophes et nous réalisons des simulations.

Par exemple, un scénario possible serait que les bouchons que j'évoquais toute à l'heure se durcissent à cause du réchauffement global. Autrement dit, l'eau stratifiée se mélangerait encore moins. Dans un tel cas de figure, les diazotrophes qui sont capables de transformer l'azote de l'air, seraient indispensables à la survie des phytoplanctons.

Un second scénario pourrait être que ces diazotrophes profitent du changement climatique. Imaginons que la température moyenne des océans augmente, cela pourrait avoir des effets bénéfiques sur leur prolifération ? Mais il faudrait voir s'il n'y aurait pas d'autres conséquences sur l'ensemble de l'écosystème !

En étudiant ces phytoplanctons, les questions que nous nous posons sont donc cruciales pour notre avenir : l'océan pourra-t-il continuer à piéger le CO₂ ? Si le nombre de diazotrophes venait à baisser dramatiquement, quelles en seraient les conséquences ? Si la température montait ou si l'océan devenait plus acide, comment se comporteraient-ils ?

Pour répondre à toutes ces questions, nous devons mobiliser de nombreuses disciplines comme la chimie, la biochimie, la physique des fluides, etc.

Rappelez-vous que nous étudions des cellules microscopiques présents dans des gouttes d'eau au milieu d'énormes océans. La cellule en elle-même a déjà sa propre chimie et biochimie. L'eau dans laquelle elle se trouve contient plus ou moins d'oxygène, plus ou moins de sel, etc. Et en plus, la goutte d'eau bouge, elle se déplace dans l'océan, ce qui complique nos travaux !

Avec mon groupe de recherche à l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO), j'essaie ainsi de construire des ponts entre le minuscule et le global.

Les résultats de nos expériences en laboratoire vont nourrir des modèles globaux de l'océan qui nous permettent de faire des prédictions. Comme la météo qui nous donne les prévisions pour les jours à venir, mais à plus long terme, voire des dizaines d'années, comme le climat.

Pour ça nous devons collaborer avec des spécialistes sur différentes disciplines et c'est une bonne chose, cela veut dire que nous nous attaquons à des sujets complexes. En fait, nous sommes au tout début de l'histoire car nous avons démarré le projet en juillet 2020 et nos recherches vont durer 3 ans.

Cette complexité est un moteur pour moi car elle doit nous pousser à être curieux et à nous informer. Je suis absolument convaincue que plus nous connaissons la façon dont fonctionne la planète, plus nous serons responsables.

Avec le projet Notion, c'est exactement la même chose. Vous vous souvenez de l'image de notre planète bleue ?

Il ne faut pas simplement savoir que les océans sont essentiels dans le changement climatique, il faut comprendre pourquoi, les mécanismes qui sont en jeu, les difficultés à surmonter, les efforts à fournir.

J'espère ainsi vous avoir convaincu que pour cela, il faut regarder et s'intéresser à l'infiniment petit pour comprendre certaines conséquences à l'échelle mondiale et qui expliquent le fonctionnement global de notre planète.

C'est un peu comme *l'effet papillon* : c'est *l'effet phytoplancton* !

Alors la prochaine fois que vous entendez parler de l'acidification des océans ou du réchauffement de leur température, pensez qu'une partie de la réponse pour comprendre tous ces phénomènes et connaître leurs conséquences dans les décennies à venir sont en réalité invisibles à l'œil nu.

Ce qui est visible est la conséquence de l'invisible !

[Eloi Choplin] Merci Mar, merci pour cet exposé brillant, ce voyage. Nul doute que désormais quand on pourra à nouveau visiter un aquarium, à la fin sur le livre d'or, on posera juste la question « où sont passés les phytoplanctons ? » et notamment les diazotrophes, vos chouchous à vous Mar.

C'était très didactique et intéressant. Bravo pour cette simplification du sujet. C'est vrai que c'est un sujet très complexe, abordé avec simplicité et le sourire : c'est chouette et on s'en sort grandi.

Merci beaucoup Mar d'avoir passé ce moment avec nous.

Merci beaucoup aux équipes de la Fondation BNP Paribas, au BivwAk!, aux équipes de la Direction de la Communication Groupe de BNP Paribas, aux équipes techniques et aux équipes de We Demain, qui ont rendu possible ce moment passé ensemble à l'écoute de la nature.

Merci à tous d'avoir relevé le défi de la distance, merci encore une fois Mar Benavides.

On se suit évidemment sur les réseaux, suivez tous les comptes de la Fondation BNP Paribas.

A très vite, merci, et passez une très bonne journée.

Retrouvez le replay de cette conférence sur la chaîne YouTube de la Fondation BNP Paribas

Mar Benavides

Océanographe microbienne et chercheuse à l'Institut Méditerranéen d'Océanologie (MIO / IRD)

oceanbridges.net

Twitter: [@Mar_Benavides](https://twitter.com/Mar_Benavides)

e-mail: mar.benavides@ird.fr

Fondation BNP Paribas

fondation.bnpparibas.com

Sur Twitter, LinkedIn, YouTube, Instagram et Facebook