

# Mission Microbiome

Comprendre le peuple  
invisible de l'Océan  
pour préserver notre avenir

DOSSIER DE PRESSE  
DÉCEMBRE 2020 - SEPTEMBRE 2022



Fondation  
**tara océan**  
explorer et partager



MAJOR PARTNER

*agnès b.*

PREMIUM PARTNERS



MISSION PARTNERS



SOLIDARITY PARTNER



INSTITUTIONAL SUPPORTS



MAJOR SCIENTIFIC PARTNERS



CLUB PARTNERS



EDUCATION PARTNERS



OFFICIAL SUPPLIERS



LICENSED SUPPLIERS

DATA OBSERVER - GROUPE EYSSAUTIER - COUSIN TRESTEC - TFA USINAGE - BIOSPEEDIA - EE

ASSOCIATIONS

BEMED - GREA - MISSION BLUE - FONDATION GOODPLANET - GOODEED - CROISSANCE PLUS



Page 04 // Édito

Page 06 // Les services rendus par l'Océan

Page 08 // Microbiome : le monde invisible

Page 10 // La science derrière la Mission Microbiomes

Page 14 // Un séquençage à grande échelle

Page 15 // L'expédition, le tracé et les pays traversés

Page 18 // La Fondation Tara Océan et ses valeurs

Page 20 // Éduquer les générations à venir

Page 21 // Partager la Culture de l'Océan

Page 22 // Plaidoyer

Page 23 // Le financement des expéditions



## ROMAIN TROUBLÉ, DIRECTEUR GÉNÉRAL DE LA FONDATION TARA OCÉAN

Ces quinze dernières années, la Fondation Tara Océan n'a cessé, mission après mission, de repousser les frontières de notre connaissance sur l'écosystème le plus vaste et le plus important de notre planète : l'Océan. *Tara Oceans* a révélé plus de 150 millions de gènes planctoniques et 95 % des virus marins connus. *Tara Méditerranée* et *Tara Microplastiques* ont mis en lumière les conséquences dramatiques de la pollution plastique en mer et son origine. Les 50 000 échantillons récoltés lors de *Tara Pacific* permettent aujourd'hui de décrypter l'impact du changement climatique sur les récifs coralliens.

Il est désormais clair que toutes ces problématiques sont intimement liées, comme autant de rouages d'une même machine. Après avoir identifié, étudié et décrypté chacun de ces rouages, cette nouvelle mission va donc, plus que jamais, prendre le parti d'une approche globale et aborder l'écosystème océanique comme un tout. Pour cela, il nous faut revenir à l'essentiel, au premier acteur présent dans toutes les facettes de cet écosystème, sa base la plus fondamentale : le microbiome. Un monde à la fois microscopique, immense et méconnu, premier maillon d'une longue chaîne alimentaire, mais aussi acteur crucial de la régulation du climat, le tout subissant de nombreuses pressions extérieures comme la pollution plastique et la hausse des températures. Étudier comment toutes ces questions s'imbriquent les unes avec les autres est très excitant et devient indispensable pour comprendre comment le système entier se comporte et réagira aux changements que nous lui infligeons.

Cette expédition de deux ans au cœur du monde microbien prend évidemment une envergure particulière en pleine pandémie mondiale. La crise sanitaire que nous vivons nous interroge tous sur notre méconnaissance de ce monde, alors que nous nous retrouvons si démunis face à un virus inconnu. De tous temps, l'Homme n'a vraiment étudié que les microbes qui l'ont attaqué, *à posteriori*. Il est désormais temps de reprendre la main : plus nous saurons à quoi ressemblent les micro-organismes de notre planète et quels sont leurs rôles, plus nous aurons des réponses rapides à apporter à de futures crises probables.

C'est aussi une mission à partager pour rappeler qu'au-delà de certains virus et bactéries qui nous frappent parfois durement, une multitude de micro-organismes - notamment océaniques - nous sont en réalité indispensables. Comme nous ne pourrions vivre sans les milliards de "gentils" microbes qui peuplent notre corps, notre planète ne serait pas viable sans la présence de ce microbiome marin qui en régule les grands équilibres. Pourtant, celui-ci subit aujourd'hui d'inquiétantes menaces - réchauffement climatique, pollutions diverses... - sans que nous n'en connaissions encore les conséquences. À nous de plonger au plus vite dans ce monde méconnu, avant qu'il ne soit trop tard.

## ÉTIENNE BOURGOIS, PRÉSIDENT DE LA FONDATION TARA OCÉAN

Depuis l'acquisition en 2003 de la goélette, j'ai voulu redonner à ce bateau très spécial, le rôle qui était le sien : sillonner les glaces et l'Océan à des fins scientifiques.

Ce projet familial soutenu depuis l'origine par agnès b. est né d'un groupe de fidèles amis qui, au fil des années, se sont impliqués sans compter. Depuis, de nombreux partenaires fidèles et donateurs ont rejoint l'aventure, Tara a grandi pour devenir en 2016 la Fondation Tara Océan, première fondation reconnue d'utilité publique dédiée à l'Océan en France.

Tara c'est la passion de ma vie, tout comme la mer et le bateau. Cette Fondation est l'aboutissement de toutes ces aventures extraordinaires partagées avec les marins, les scientifiques, le grand public et avec les générations futures.

Je voulais des missions longues car la recherche fondamentale a besoin de temps, Tara Arctic, Tara Océans ou Tara Pacific, les grandes expéditions se sont succédé, et la goélette a sillonné les mers du globe. Les scientifiques épousent les projets de la Fondation et vice et versa, depuis le début tout s'est déroulé naturellement, comme si l'histoire de Tara coulait de source.

Aujourd'hui, la Fondation Tara est plus que jamais mobilisée. Nous allons continuer à mener ces longues missions et poursuivre nos collaborations avec des artistes, car j'aime voir se mélanger les gens et les milieux différents. Et je crois surtout en l'échange. Si demain il y avait d'autres Tara ce serait magnifique. C'est peut-être utopiste mais il est important de garder un projet beaucoup plus large, qui associe public et privé. Un projet qui ne s'arrête pas à un bateau car les urgences sont immenses et le temps presse.



# Les services rendus par l'Océan



*Stéphanie Thiébault,  
directrice de l'Institut écologie  
et environnement du CNRS*

© CNRS / Délégation PMA

## QUELS SONT LES SERVICES QUE NOUS REND L'OCÉAN ?

Ils sont multiples ! Le service le plus évident c'est la Vie. Aujourd'hui encore une partie du monde se nourrit presque exclusivement des produits de la mer. De même, les poissons, les crustacés, les mammifères marins... tous se nourrissent des micro-organismes marins qui fournissent leur nourriture de base. Au-delà de la nourriture, le rôle de l'océan est vital, il permet aux humains que nous sommes de vivre sur la planète. L'Océan en captant le dioxyde de carbone et en produisant la moitié de l'oxygène que nous respirons rend la planète vivable.

## AVONS-NOUS BIEN CONSCIENCE DE SON IMPORTANCE ?

Globalement non. Nous commençons à voir émerger une prise de conscience, mais elle reste encore timide, même au plus haut niveau. Lors de l'adoption de l'agenda 2030 avec les Objectifs de développement durable, par l'ONU en 2015, l'océan n'avait pas reçu toute l'attention qu'il méritait. C'est en 2017 que les Nations-Unis ont véritablement remis l'océan à la place qu'il mérite.

## POURQUOI CETTE PRISE DE CONSCIENCE TARDE-T-ELLE ?

Nous savons que l'Océan est intimement lié au climat, c'est l'une des clefs pour comprendre les impacts du changement climatique, mais les inconnues sont encore trop nombreuses concernant les mécanismes mis en œuvre. La recherche manque étonnamment de données d'observations et d'expérimentations sur le long terme, c'est pourquoi les missions Tara sont aussi cruciales. Elles procurent les connaissances fondamentales pour comprendre et anticiper les changements à venir, et les outils pour sensibiliser les sociétés humaines sur l'importance capitale des océans et la nécessité de les préserver.

# Microbiome : le monde invisible



**Chris Bowler,**  
directeur scientifique du consortium Tara Océan,  
directeur du comité scientifique de la Fondation  
Tara Océan, directeur de recherche au CNRS et  
co-directeur de la Mission Microbiomes

© Fondation Tara Océan - Chris Bowler

Pour certains chercheurs, le terme microbiome se rapportait jusqu'ici uniquement à la zone de vie des micro-organismes, pour d'autres à leur génome. Jusqu'à ce qu'en juin dernier, des dizaines de spécialistes à travers le monde publient<sup>1</sup> enfin une définition claire de ce fameux microbiome : une communauté microbienne évoluant au sein d'un habitat bien défini, le terme se référant autant aux microorganismes qu'à cet habitat. Voilà pourquoi cette nouvelle mission Tara Microbiomes est loin de se résumer à une simple « pêche aux microbes » : les paramètres physico-chimiques de l'eau (température, salinité, acidité, taux d'oxygène...), les polluants, la présence de nutriments ou encore les déchets plastiques seront tout aussi étudiés que les micro-organismes eux-mêmes.

Mais justement, qui sont-ils, ces fameux microbes océaniques ? « Cela recoupe une bonne partie du plancton, soit tous les organismes dérivant au gré des courants, sauf qu'il faut en exclure les petits animaux constitués de plusieurs cellules », explique Chris Bowler, co-directeur de la mission Tara Microbiomes, directeur scientifique du consortium Tara Océan et également directeur du comité scientifique de la Fondation Tara Océan. « Pour résumer, le microbiome océanique représente toute la vie unicellulaire des océans ainsi que les virus, même s'ils ne font pas à proprement parler du monde vivant. » En plus des millions de virus qui peuplent les océans, la mission Tara Microbiomes s'intéressera donc aux bactéries, aux micro-algues ou encore aux protistes, des organismes unicellulaires ni animaux, ni végétaux.

Bien qu'invisibles à l'œil nu, tous ces organismes occupent une place centrale dans l'écosystème océanique : le microbiome représente plus des deux tiers de la biomasse de l'océan. Quatre fois plus que la biomasse cumulée de tous les insectes sur Terre !

La tâche s'avère aussi immense que cruciale, insiste Chris Bowler. « Nous avons aujourd'hui une bonne vision de la composition du microbiome océanique, par contre nous en savons très peu sur ses fonctions. Autrement dit, la question n'est pas tant de savoir "qui est là ?", mais plutôt "qui fait quoi ?". Si l'on ne sait pas comment la communauté microbienne fonctionne dans son ensemble, difficile de savoir comment va réagir l'océan à un changement comme l'augmentation des températures. » **Une chose est sûre : ce microbiome a un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème océanique tout entier. Premier maillon de la chaîne alimentaire qui nourrit quotidiennement, à l'autre bout, une bonne partie de l'humanité, le microbiome est également un rouage essentiel de la grande machine climatique.** Grâce à la photosynthèse et à l'instar des forêts sur Terre, micro-algues et cyanobactéries captent le dioxyde de carbone pour produire de l'oxygène, ensuite relargué dans l'atmosphère.

**Son état de santé, sa distribution à travers les océans, sa composition, tout dans le microbiome influence l'écosystème océanique dans son entièreté, et par conséquent le climat de notre planète également.** « On peut tout à fait

faire le lien avec le microbiome humain, ces milliards de micro-organismes qui vivent notamment dans notre intestin », illustre Chris Bowler. « Ce microbiome est crucial pour notre santé, jouant sur la digestion, la résistance aux pathogènes, et même notre bien-être psychologique ! Sans lui, nous ne pourrions tout simplement pas survivre. Il en est de même pour l'océan : son microbiome lui est absolument indispensable. » Pourtant, alors que le microbiome humain est désormais bien étudié, son pendant océanique reste largement méconnu : plus de 60 % des gènes microbiens présents dans l'océan serait encore à découvrir leurs fonctions. La promesse, pour les près de 200 scientifiques impliqués dans cette mission Tara Microbiomes, de révéler prochainement bon nombre de secrets de ce monde invisible.

<sup>1</sup> Berg et al. Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges. *Microbiome* (2020)

# La science derrière la Mission Microbiomes

En abordant le microbiome océanique comme un tout – micro-organismes, virus, paramètres physico-chimiques, nutriments, polluants, etc. –, la mission Tara Microbiomes explorera les complexes mécanismes derrière chacune des grandes fonctions qui rendent cet écosystème crucial pour notre planète : la production d'oxygène via la photosynthèse des micro-algues et des cyanobactéries, la captation du carbone par ces mêmes organismes, les interactions avec les grands cycles biogéochimiques de l'océan (cycles du fer, d'azote...) et enfin la production de matière organique à la base de toute la chaîne alimentaire marine.

Les scientifiques de la mission multiplieront les stations de prélèvement dans des milieux variés ou le long de phénomènes localisés (zones pauvres en oxygène, remontées de nutriments, gradients de température...) pour observer comment le microbiome se comporte dans un environnement changeant. « Le microbiome est très sensible aux variations de son milieu de vie, qu'il s'agisse d'introduction de polluants ou de variations de la température de l'eau » décrit Daniele Ludicone, chercheur à la Station Zoologique Anton Dohrn (Naples, Italie) et co-directeur scientifique de la mission. « La grande majorité des questions que nous nous posons est liée en particulier au changement climatique, et à comment le microbiome océanique va se comporter face à cela. Les réponses apportées par cette mission devraient ainsi s'avérer particulièrement utiles pour améliorer les modèles de prévision climatique qui tentent d'évaluer l'évolution du climat à plus ou moins long terme. »

Pour rassembler le maximum de données sur les micro-organismes comme sur leur milieu de vie, chaque station de prélèvements mobilisera une grande variété d'outils et d'appareils, s'appuyant sur l'expertise et les protocoles développés depuis plus de dix ans par les scientifiques réunis au sein de la Fédération de recherche Tara Océans - GO-SEE<sup>2</sup>. Les organismes seront collectés grâce à des filets de différentes tailles de maille immergés jusqu'à 1000 mètres de profondeur ainsi que via les bouteilles Niskin de la rosette. Mise à l'eau depuis le pont arrière de Tara, cette structure d'aluminium de 250 kilos s'enfonce verticalement dans la colonne d'eau et prélève jusqu'à dix échantillons par plongée, chacune des dix bouteilles pouvant se refermer à une profondeur donnée. La rosette mesure également en continu de nombreux paramètres physico-chimiques : pression, température, conductivité de l'eau, taux d'oxygène, etc. D'autres éléments pourront également être mesurés depuis la surface, comme la quantité de lumière, les caractéristiques des courants ou encore la présence de "trace elements". « Il s'agit par exemple du fer ou du cobalt, des éléments nutritifs rares présents en faibles quantités dans l'environnement mais particulièrement importants pour la vie marine » explique Daniele Ludicone. Enfin, les microplastiques et les micro-organismes qui leurs sont associés seront collectés à la surface via un filet spécifique, le Manta, ainsi que dans les airs par des capteurs perchés à plusieurs dizaines de mètres de hauteur.

« Contrairement aux précédentes missions Tara s'intéressant à répertorier cette biodiversité partout où passait le bateau, nous allons cette fois adapter les protocoles pendant la mission pour cibler des questions clés et caractériser des phénomènes précis », souligne le co-directeur scientifique de l'expédition. « Dans certaines régions, les stations de prélèvement seront très denses et dureront un à deux jours, par exemple pour suivre un phénomène local variant rapidement dans le temps, tandis qu'ailleurs les protocoles pourront être allégés pour faire un grand nombre d'analyses d'affilée ». Ce protocole adaptatif permet ainsi d'explorer dans le détail et pour la première fois avec une telle approche pluridisciplinaire l'impact de plusieurs phénomènes océaniques sur le microbiome. Des problématiques variées, mais débouchant toutes sur la même question : comment les changements actuels, y compris les activités à terre, impactent le microbiome océanique, et par la même occasion, l'ensemble des océans ainsi que le climat de notre planète.



**Daniele Ludicone,**  
Chercheur à la Station Zoologique Anton Dohrn (Naples, Italie) et co-directeur de la mission Microbiomes

© Fondation Tara Océan : Daniele Ludicone



**Colombar de Vargas,**  
directeur de recherche au CNRS, directeur de la Fédération de recherche Tara Océans - GO-SEE, et co-directeur de la Mission Microbiomes

© Fondation Tara Océan : Colombar de Vargas



**Chris Bowler,**  
directeur scientifique du consortium Tara Océan, directeur du comité scientifique de la Fondation Tara Océan, directeur de recherche au CNRS et co-directeur de la Mission Microbiomes

© Fondation Tara Océan : Chris Bowler



**Stéphane Pesant,**  
Institut européen de Bio-informatique (EMBL-EBI) Laboratoire Européen de Biologie Moléculaire, manager des opérations scientifiques de la Mission Microbiomes

© Fondation Tara Océan : Stéphane Pesant

<sup>2</sup> Elle implique notamment le CNRS, le CEA, la Fondation Tara Océan, Sorbonne Université, PSL, l'Inserm, l'ENS Paris, l'IRD, l'EPHE, l'Université d'Évry-Val-d'Essonne, l'Université Paris-Saclay, l'UPVD, AMU, l'Université de Toulon, l'École centrale de Nantes, l'Université de Nantes, l'UGA, l'EMBL et la faculté de sciences physiques et mathématiques de l'Université du Chili.



## COMMENT LES TERRES FERTILISENT-ELLES LES OCÉANS ?

Le microbiome, et plus généralement la vie dans les océans, se trouve partout conditionné à la présence d'éléments nutritifs de base. « *C'est notamment le cas du fer, qui est un élément plutôt rare dans l'océan et limite localement l'expansion de la vie marine* », décrit Daniele Ludicone. « *Dans certaines régions, l'apport de tels nutriments via les rivières et particulièrement les grands fleuves comme l'Amazone ou le Congo est crucial* ». Outre ces deux grands fleuves, quatre autres seront passés au crible en Afrique. À chaque fois, les prélèvements seront effectués sur le fleuve lui-même, dans son estuaire mais aussi le long de son panache qui s'étend parfois sur des centaines

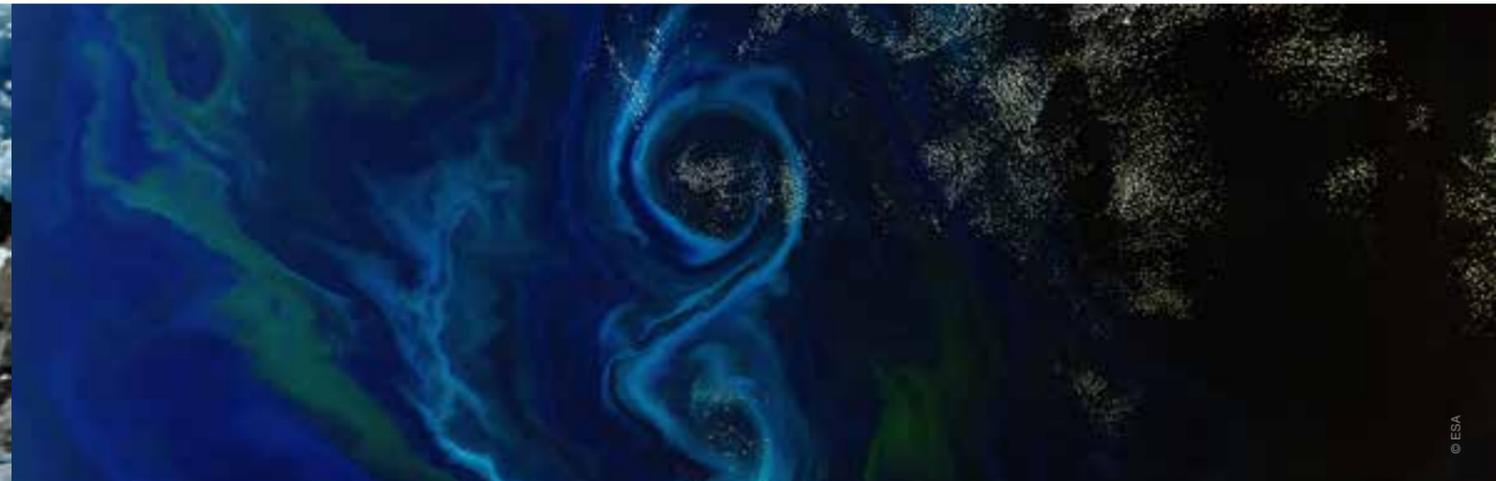
de kilomètres dans l'océan. Sur la côte ouest chilienne, Tara remontera également les nombreux fjords de Patagonie pour étudier l'apport de l'eau douce provenant des glaciers. En mer de Weddell, une zone-clef pour le climat qui borde l'Antarctique, ce sont cette fois les nutriments apportés par les icebergs qui seront étudiés ainsi que cette puissante pompe à carbone liée aux courants et à la richesse de la biomasse de cette mer. Enfin, le parcours de la mission traversera trois des plus grands *upwellings* de notre planète, des remontées d'eaux profondes, chargées en nutriments, essentielles à la fertilisation des océans.



## QUELS SONT LES IMPACTS DE LA POLLUTION MICROPLASTIQUE ?

Après la mission *Tara Microplastiques* en 2019 qui avait étudié ces déchets de quelques millimètres dans neuf grands fleuves européens, des protocoles similaires seront mis en place sur six fleuves majeurs (dont l'Amazone et le Congo), pour lesquels cette problématique reste encore peu étudiée. Pour la première fois à cette échelle, l'étude des microplastiques sera également étendue à la pleine mer, avec des prélèvements effectués tout le long du parcours. « *Comme l'avait fait la mission Tara Océans avec le plancton, nous voulons dresser une grande base de données sur la plastisphère, les micro-organismes qui vivent*

*associés aux microplastiques, en identifiant les espèces, les fonctions, et les gènes présents* », explique le directeur de recherche au CNRS Jean-François Ghiglione. « *Nous verrons également s'il y a un lien entre les espèces-clefs qui vivent systématiquement sur les plastiques et le reste du microbiome, et surtout si dans les zones de très grande concentration en déchets plastiques cette plastisphère peut aller jusqu'à perturber les grands cycles biogéochimiques de l'océan, comme la production d'oxygène ou la captation du carbone.* »



## COMMENT LE CHANGEMENT CLIMATIQUE PERTURBE-T-IL LES COURANTS OCÉANIQUES ET LA DISTRIBUTION DU MICROBIOME ?

Ces dernières années, plusieurs études scientifiques ont pointé du doigt l'impact du changement climatique sur la force et le tracé des grands courants océaniques. Pourtant, ces derniers sont primordiaux pour toute la vie marine et notamment le microbiome, comme le rappelle Daniele Ludicone. « *Les courants océaniques sont comme des autoroutes pour le plancton et les microplastiques, qui peuvent ainsi parcourir d'immenses distances. Les courants modifient également la distribution de l'oxygène dans l'océan, et notamment la répartition des zones anoxiques, ces zones très pauvres en oxygène* ».

La mission Microbiomes s'intéressa entre autres à l'une de ces zones anoxiques (appelées également OMZ pour « Oxygen Minimum Zone ») au nord des côtes chiliennes pour en étudier l'impact sur le microbiome. « *Nous savons que la concentration en oxygène modifie complètement le profil du microbiome, et donc par conséquent toute la vie qui en dépend : poissons, cétacés, oiseaux marins, etc.* » Pour le chercheur italien, le changement climatique aurait ainsi un effet direct sur les animaux, mais aussi un effet indirect plus méconnu en perturbant les grands courants océaniques et la distribution de l'oxygène.

## QUEL EST LE RÔLE DES COURANTS À PETITE ÉCHELLE ?

L'impact à plus ou moins long terme du changement climatique est évalué à partir de modèles informatiques qui simulent les systèmes atmosphériques et océaniques ainsi que leur évolution future. Problème, ces modèles climatiques intègrent encore mal les petits phénomènes océaniques, souligne Daniele Ludicone. « *Loin d'être uniformes, les océans sont parcourus d'une multitude de phénomènes à petite échelle, des tourbillons ou des petits courants par exemple, qui ne durent que quelques heures à quelques jours. Malgré leur taille, ces phénomènes sont particulièrement importants à prendre en compte pour la modélisation des systèmes climatiques.* » Entre autres phénomènes, la mission Microbiomes traquera un tourbillon dans l'Atlantique, entre l'Amérique du Sud et l'Afrique. Une fois le tourbillon localisé par satellite, la goélette suivra celui-ci en multipliant les stations de prélèvements afin de répondre à trois questions : comment se structure un tel phénomène sur des dizaines de kilomètres seulement ? Quel impact a-t-il sur la concentration en microplastiques ? Comment influe-t-il sur la composition du microbiome ?

## Un séquençage à grande échelle



Patrick Wincker,  
Directeur du Genoscope / CEA.

© Fondation Tara Océan : Patrick Winckler

Des dizaines de milliers d'échantillons, des centaines de millions de gènes, des milliards d'organismes collectés... Comment faire pour tirer le maximum d'enseignements de cette montagne de données brutes qui s'annonce ? Pour cette mission *Tara Microbiomes* comme pour les précédentes grandes expéditions de la Fondation Tara Océan, cette lourde tâche reviendra au Genoscope, centre national de séquençage situé à quelques kilomètres de Paris. « Nous prenons en charge le traitement, le séquençage et les premières analyses bio-informatiques, selon des protocoles désormais bien rodés depuis plus de dix ans que nous travaillons sur les données issues des missions Tara », explique Patrick Wincker, le directeur du Genoscope/CEA.

Impossible bien sûr d'étudier séparément chaque organisme collecté dans chaque échantillon – issu d'une bouteille de la rosette, d'un trait de filet à plancton ou d'une "pêche aux microplastiques". Le séquençage se fait sur la totalité d'un échantillon, permettant d'obtenir des informations sur la communauté microbienne dans son ensemble : quels organismes sont présents, quels gènes possèdent-ils, quelles protéines produisent-ils, etc. « Par rapport à la mission *Tara Océans* qui avait permis de collecter du plancton sur tous les océans du globe, nous allons travailler sur des zones maritimes plus restreintes, mais avec plus d'échantillons », reprend le directeur du Genoscope. « Cela nous permettra de faire des analyses plus profondes, pour comprendre à une échelle beaucoup plus fine ce que font ces micro-organismes dans des situations particulières. »

Autre différence avec la mission *Tara Océans* menée entre 2009 et 2013 : la vitesse de séquençage, qui ne cesse d'augmenter au fil des années, avec des appareils à très haut-débit et des coûts toujours plus bas. « En une dizaine d'années, le débit a été au moins multiplié par 100, et cela devrait encore s'accélérer d'ici la fin de la mission », estime Patrick Wincker. « Nous allons pouvoir séquencer la totalité des échantillons récoltés durant la mission, ce qui était inimaginable il y a encore quelques années. » De quoi révolutionner nos connaissances sur le microbiome comme l'avait fait *Tara Océans* sur le plancton : à l'époque, la mission avait permis de révéler plus de 150 millions de gènes marins, débouchant sur plus de 260 publications scientifiques.

### TROIS NIVEAUX D'ANALYSE

#### Métabarcoding

Des séquences bien particulières de l'ADN sont ciblées : les "barcodes", de véritables codes-barres génétiques qui sont spécifiques à chaque espèce. Le séquençage d'un échantillon dans sa globalité permet alors de recenser les espèces présentes et donc de dresser le portrait de toute la communauté microbienne.

#### Métagénomique

Au lieu de s'intéresser aux différents micro-organismes, la métagénomique inventorie les gènes présents dans tout l'échantillon, comme si le microbiome ne formait qu'un seul être vivant possédant un génome unique. Les gènes identifiés donnent alors de précieuses informations sur les organismes présents mais aussi leurs fonctions.

#### Méatranscriptomique

Complémentaire de la précédente, cette technique s'intéresse cette fois, via l'ARN, aux gènes qui étaient exprimés au moment où l'échantillon a été prélevé. Alors que la métagénomique dessine un "potentiel génétique" de la communauté microbienne, la méatranscriptomique regarde comment s'exprime ce potentiel dans un environnement donné.



### QUATRE ÉTAPES-CLEFS DU PARCOURS DE TARA POUR EXEMPLE

#### CHILI

Première grande étape de la mission après une longue traversée de l'Atlantique d'est en ouest et du nord au sud, les côtes chiliennes offriront trois sujets d'étude aux équipes de Tara : la fertilisation de l'océan via l'eau issue des glaciers andins, l'influence d'une zone pauvre en oxygène (OMZ, pour *Oxygen Minimum Zone*) sur les pêcheries et les enjeux de la pompe à carbone de cette zone parmi les plus productives de la planète.

#### AMAZONE

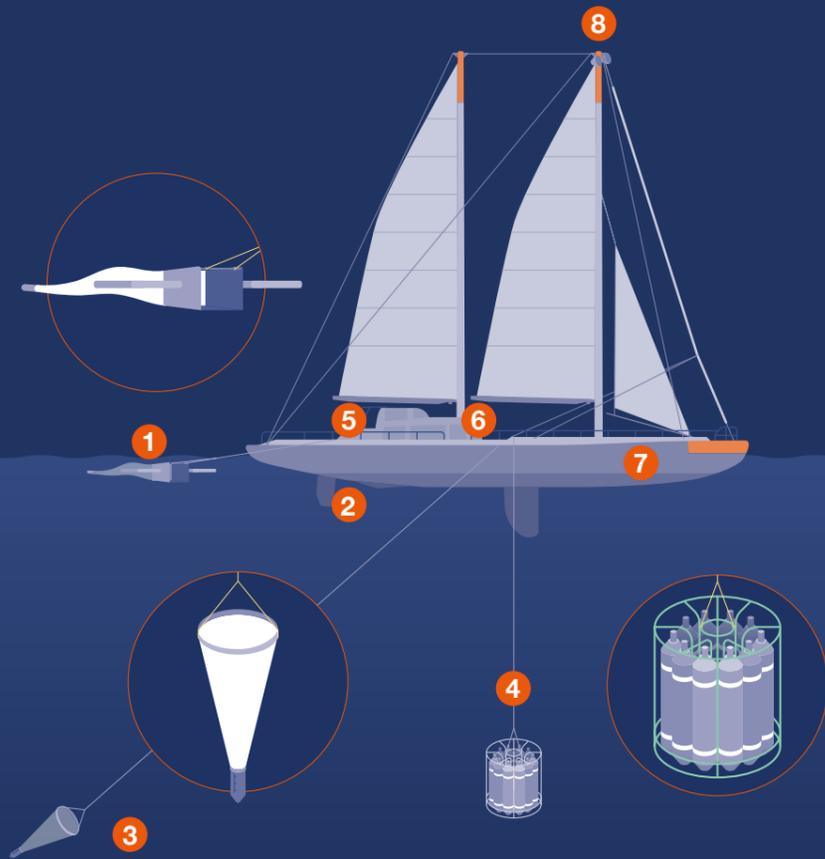
L'immense panache de l'Amazone apporte à l'océan nutriments et polluants, à des échelles qu'il faudra évaluer, mais il marque également la jonction entre deux bassins océaniques : l'Atlantique Nord et Sud. Cette zone cruciale d'interconnexion sera longuement échantillonnée pour en comprendre tous ses mécanismes dont certains sont à l'origine de la prolifération des Sargasses aux Antilles.

#### ANTARCTIQUE

L'Antarctique constitue l'une des régions les plus importantes pour le climat, notamment très riche en micro-organismes pourvoyeurs d'oxygène. Ses eaux froides plongent vers le plancher océanique, dérivent et finissent par constituer les couches profondes de tous les océans de la planète. La goélette passera ainsi 3 semaines en mer de Weddell avant d'entamer sa remontée de l'Atlantique le long de l'Afrique.

#### AFRIQUE CENTRALE

Pour la première fois, Tara sillonnera les côtes d'Afrique centrale et de l'Ouest pour mesurer les apports de cinq grands fleuves africains en termes de nutriments mais aussi de microplastiques, beaucoup moins étudiés qu'en Europe. La goélette, et les chercheurs embarqués, se pencheront également sur des zones de courant particulières en Namibie et au Sénégal, dont les remontées de riches eaux froides en font quelques-unes des régions marines les plus productives au monde.



LÉGENDE SCHÉMA DE TARA

**1 Le filet Manta.** Tiré derrière la goélette, le filet Manta surfe à la surface grâce à ses deux ailes métalliques. En ratissant ainsi la surface, il collecte tous les déchets plastiques flottants, notamment les microplastiques sur lesquels vivent bon nombre de micro-organismes.

**2 Le continu de surface.** L'eau est collectée en permanence via une pompe située sous la coque de la goélette, puis analysée en continu à bord. Les mesures de salinité et de température permettent de caractériser les masses d'eau traversées.

**3 Les filets à plancton.** Alors que la Rosette ne peut prélever que quelques litres par bouteille Niskin, les filets permettent de filtrer un très grand volume d'eau, pouvant être immergés jusqu'à 1 000 mètres de profondeur. Selon les tailles de maille des différents filets, chacun collectera des types d'organismes bien particuliers.

**4 La rosette.** Cette structure en aluminium de 250 kilos comprend onze bouteilles Niskin, programmées pour collecter de l'eau à différentes profondeurs, ainsi qu'une armada de capteurs mesurant de nombreux paramètres physico-chimiques tout au long de sa descente dans les profondeurs : pression, température, conductivité, taux d'oxygène, pompe à carbone, etc.

**5 Le laboratoire humide.** Situé sur le pont arrière de Tara, c'est le lieu où les échantillons collectés par la Rosette et les filets sont récupérés, filtrés puis pour certains plongés dans l'azote liquide. C'est également ici que se trouvent tous les instruments et le matériel nécessaires pendant les stations de prélèvement.

**6 Les laboratoires secs.** Deux petits laboratoires se trouvent à l'intérieur même du bateau, entre les cabines.

**7 La cale avant.** La majeure partie des échantillons collectés, une fois filtrés et soigneusement étiquetés, finissent leur route dans les grands réfrigérateurs de la cale avant en attendant d'être envoyés dans les laboratoires partenaires lors d'une prochaine escale.

**8 Les mesures de l'air.** Au-dessus de l'océan, de minuscules particules aériennes (parfois des microplastiques) peuvent transporter bactéries et virus sur des centaines de kilomètres. Ces particules sont collectées automatiquement en haut du mat arrière de Tara.



LA MISSION MICROBIOMES EN CHIFFRES

L'ITINÉRAIRE



21 escales

70 000 kilomètres à parcourir

SE RELAIENT À BORD



15 marins



80 chercheurs

IMPLIQUÉS À TRAVERS LE MONDE

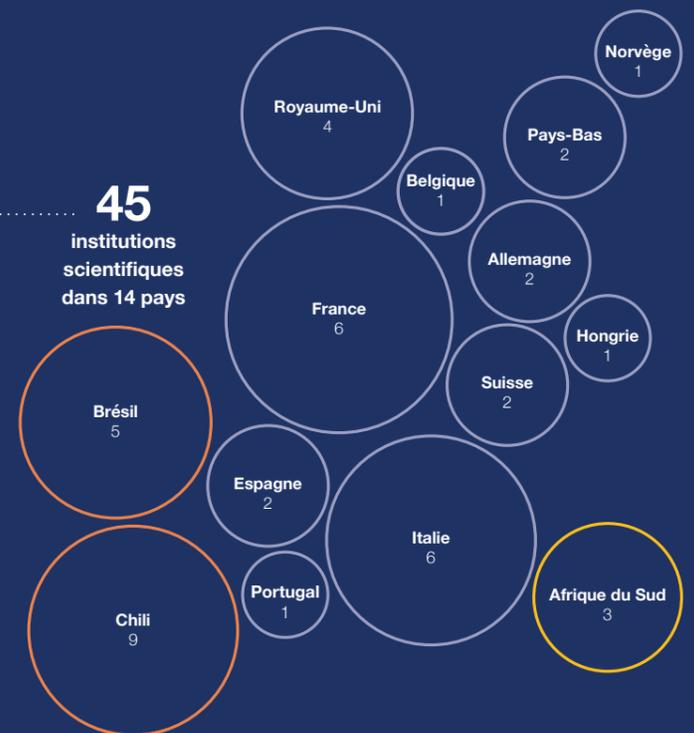


près de 200 scientifiques



21 disciplines scientifiques

45 institutions scientifiques dans 14 pays



# La Fondation Tara Océan



*Martin Hertau,  
Capitaine*

© Sarah Fretwell - Fondation Tara Océan



*Samuel Audrain,  
Capitaine*

© Noelle Pansiot - Fondation Tara Océan

Depuis 2003, la goélette Tara parcourt par l'Océan de la planète pour **étudier et comprendre l'Océan et l'impact du changement climatique sur cet écosystème.**

A terre, la Fondation Tara Océan, **première fondation reconnue d'utilité publique consacrée à l'Océan**, mène une **révolution scientifique**. Elle développe une **science de l'Océan ouverte**, innovante et inédite qui nous permettra demain de **prédire, anticiper et mieux gérer les risques climatiques.**

Elle utilise cette expertise scientifique de très haut niveau pour sensibiliser et éduquer les jeunes générations, mobiliser les décideurs politiques et permettre aux pays du Sud d'utiliser ce nouveau savoir autour de l'Océan.

Véritable laboratoire scientifique flottant, la goélette Tara a déjà parcouru plus de 450 000 kilomètres, faisant escale dans plus de 60 pays lors de 5 missions majeures menées en collaboration avec des instituts de recherche internationaux d'excellence (CNRS, CEA, PSL, EMBL, MIT, NASA....)

Plus de 300 publications dans des revues scientifiques internationales de haut niveau témoignent de la connaissance générée.

Avec 130 000 enfants sensibilisés et 2 millions de visiteurs dans ses expositions, la Fondation a aussi pour priorité de partager ses connaissances pour éduquer les publics et changer les comportements.

La Fondation Tara Océan les confirme ainsi ses missions fondamentales :

**Explorer pour Comprendre  
Partager pour Changer**



## Partager la culture de l'Océan

### METTRE L'OCÉAN AU PROGRAMME DES ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

La sensibilisation des futures générations à l'Océan de demain est au cœur de notre mission. Voici 14 ans que la Fondation et l'Éducation nationale naviguent bord à bord. La Fondation développe et anime une plateforme éducative à destination des enseignants francophones avec trois grandes finalités : l'éducation au développement durable (EDD), l'éducation scientifique et l'éducation aux médias.

A l'occasion de cette nouvelle mission, les enseignants auront plusieurs possibilités de mener des projets avec leurs élèves en lien avec le calendrier et les enjeux de celle-ci.

### DANS LE SILLAGE DE TARA : ÉCHANGER AVEC LES MEMBRES D'ÉQUIPAGE

Destiné aux élèves de tous âges, l'opération « Dans le sillage de Tara » propose aux classes d'échanger régulièrement avec les membres d'équipage tout au long de la mission Microbiome : réponses aux questions par écrit ou parfois même en vidéo, la curiosité des jeunes sur la vie quotidienne, la science, ou l'environnement sera satisfaite ! Des rendez-vous en direct par visioconférence entre les classes et les membres de l'équipage sont également prévus, avec une toute première date le vendredi 4 décembre, en direct de Lorient, juste avant l'appareillage !

<https://oceans.taraexpeditions.org/m/education/operations-educatives/dans-le-sillage-de-tara/>

### ÉCHOS D'ESCALES, EXPÉDITIONS VIRTUELLES : ÉTUDIER LES ENJEUX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Les escales de la goélette sont aussi l'occasion d'étudier les enjeux de développement durable à travers le monde. L'opération « Echos d'Escale, Expéditions virtuelles » propose aux jeunes de 8 à 15 ans de partir en « expédition virtuelle » pour découvrir les problématiques locales des terres accostées par la goélette Tara, qui font écho à des enjeux plus globaux.

Dans le cadre de la mission Microbiome, de nouvelles ressources seront proposées aux enseignants pour pouvoir faire découvrir en direct à leurs élèves les lieux d'escale de la nouvelle mission et leurs enjeux.

<https://oceans.taraexpeditions.org/m/education/operations-educatives/echos-descale/>

La vocation de la Fondation Tara Océan est double, contribuer à la préservation de l'Océan et de l'environnement par une recherche de haut niveau, et partager ces connaissances pour éduquer les publics.

Il est indispensable à travers les outils de sensibilisation, de susciter l'intérêt, de faire comprendre et surtout d'éveiller l'esprit critique de chacun devant le flux d'informations que nous recevons chaque jour. La compréhension est un pré-requis à l'action individuelle.

Avec la nouvelle mission Microbiomes, la Fondation continue son travail de sensibilisation. En 2021, une nouvelle édition du *Tara Océan, Le mag* (200 000 ex) sera de nouveau diffusée gratuitement au 8-15 ans, l'exposition, *Mission Microbiomes, comprendre le peuple invisible de l'océan, pour préserver notre avenir*, sera déployée tout au long des escales mais aussi dans des lieux de culture en France. **Interventions, projections** seront organisées pour aller à la rencontre de tous les publics à travers des dispositifs numériques si le contexte sanitaire ne nous permet pas de participer à des événements.

Une ambition, faire de la Culture Océan, un élément de culture commune face à l'enjeu sociétal.

### RÉSIDENCES D'ARTISTES

La Fondation Tara Océan n'est pas seulement porteuse de connaissances scientifiques à travers ses expéditions, c'est aussi un lieu de résidence artistique. La science est depuis toujours, source d'inspiration pour les artistes. A bord de la goélette, ils observent et réécrivent, selon leur sensibilité et leur imagination, la richesse des océans, la recherche, la vie quotidienne à huis clos.

La mission Microbiomes est de nouveau l'occasion de croiser Art & Science.

Une dizaine d'artistes, sélectionnés par un jury venant de différents univers, embarqueront au fil de la mission et porteront des projets artistiques de toutes natures, illustrateur(trice), plasticien(ne), photographe, vidéaste. Cultiver un autre regard, créer de nouvelles expériences, tels sont les objectifs des résidences à bord de la goélette.

De nombreuses autres rencontres artistiques ponctueront l'année 2021, pour la Fondation Tara Océan, l'art comme la

science contribuent à élargir le champ des connaissances et participent à une même démarche d'observation et d'exploration de nouveaux territoires.



# Plaidoyer : La Fondation s'implique dans les débats nationaux et les négociations internationales

Notre travail de plaidoyer est essentiel pour que les scientifiques soient entendus et compris par les décideurs, et ce au plus haut niveau, pour un passage à l'action plus concret. Ce pont entre recherche et politique, la Fondation le construit chaque jour autour de trois thématiques principales : **la pollution plastique, le climat et la haute mer.**



## Une mission qui a besoin du soutien de tous

Cette nouvelle mission menée par la Fondation ne pourrait avoir lieu sans l'engagement de nos donateurs et partenaires que nous remercions ici pour leur soutien actif.

La Fondation Tara Océan s'appuie sur un modèle économique équilibré qui réunit financements publics et privés dans une même dynamique et qui nous donne les moyens de projeter nos actions sur le long terme. Ce partenariat innovant prouve son efficacité depuis plus de dix ans. Cette mission ne fait pas exception. Le soutien des particuliers et des entreprises est renforcé par un engagement public fort qui passe par la mise à disposition des chercheurs par les instituts scientifiques partenaires ou par le soutien de l'État à l'effort de recherche.

Grâce à la Fondation et aux scientifiques associés, des avancées scientifiques majeures ont pu voir le jour qui nous permettent de mieux appréhender les changements globaux en cours pour construire une société plus résiliente. Mais nos efforts ne sont pas suffisants et il est aujourd'hui capital de renforcer et d'accélérer notre action. Dans le cadre des accords de Paris et des Objectifs du Développement Durable de l'Agenda 2030 de l'ONU, il nous faut progresser encore plus vite dans l'avancée de ces connaissances pour nous prémunir, demain, de futures crises probables.

À ce titre, chaque don compte et le soutien de tous, le grand public comme les entreprises, est essentiel. La période est propice à l'engagement. En faisant un don avant le 31 décembre 2020, les particuliers pourront soutenir la mission Microbiomes et bénéficier d'une déduction fiscale importante (66% du montant du don) sur l'impôt sur le revenu.

<https://microbiome.fondationtaraoccean.org/>

Alors que les enjeux RSE n'ont jamais été aussi cruciaux, les entreprises qui ont choisi de faire du développement durable un axe fort de leur stratégie peuvent également soutenir la Fondation et ainsi, porter ces enjeux auprès de toutes leurs parties prenantes, notamment leurs salariés. Les entreprises qui nous accompagnent ne s'y sont pas trompées et nous sommes heureux de les accompagner dans leurs démarches de changement.

Nous faisons face aujourd'hui à de formidables challenges et la recherche, l'innovation et l'éducation sont les seuls moyens d'avancer. Les partenariats public/privés et le soutien financier du plus grand nombre sont plus que jamais nécessaires pour nous permettre de mener à bien notre action.

## LES INSTITUTIONS DE RECHERCHE INTERNATIONALES IMPLIQUÉES

CHILI ; University of Chile / CMM - Center for modelling and mathematics ;  
CIEP - Chilean Center for Studies of Patagonian Ecosystems ;  
IDEAL - Center of High Latitude Ecosystem Research ;  
COPAS - Center for Oceanographic Research ;  
INCAR - Center for Integrative Aquaculture Research ;  
CR2 - Center for Resilience and Climate Research.

Consortium AtlantECO ; Stazione Zoologica Anton Dohrn IT ;  
Swiss Federal Institute of Technology Zurich CH ; Universidade Federal de São Carlos BR ;  
Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Energies Alternatives FR ;  
Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale IT ; EBI-EMBL DE ;  
Fundacao de Apoio a Universidade de Sao Paulo BR ; University of Pretoria SA ;  
Universiteit Utrecht NL ; University of Cape Town SA ; Fondation Tara Ocean FR ;  
Universidade Federal de Santa Catarina BR ; SINTEF AS NO ;  
Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung DE ;  
Fondazione CMCC IT ; Consiglio Nazionale delle Ricerche C IT ;  
Centre National de la Recherche Scientifique FR ;  
Council for Scientific and Industrial Research SA ;  
The Marine Biological Association of the UK UK ;  
Plymouth Marine Laboratory UK ; Sorbonne Université FR ;  
University of Bern CH ; Natural Environment Research Council UK ;  
The University of Liverpool UK.

Sapienza University of Rome IT ; Universidad de Santiago de Compostela ES ;  
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization UNESCO ;  
Seascope Belgium BE ; EMBRC-ERIC FR ;  
European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory IT ;  
Sociedade Portuguesa de Inovação PT ; MTA Centre for Ecological Research HU ;  
Royal Netherlands Institute for Sea Research NL ; Universidade Federal da Bahia BR ;  
Univesidade Federal do Rio Grande BR ;  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas ES.

*agnès b.*



## CONTACTS PRESSE

**Florence Bardin - Agence F**

florence.bardin@agencef.com – Tél : 01 82 83 81 90 – Mobile : 06 77 05 06 17

**Carole Balducci - Directrice de la Communication - Fondation Tara Océan**

carole@fondationtaraoccean.org – Tél : +33 6 23 76 92 81

**Des photos et illustrations sont mises à disposition pour la presse sur :**

<http://quickconnect.to/TaraNas1>

Se connecter avec l'id : *presse tara*

Mot de passe : *Contactcom@Tara!2020*