

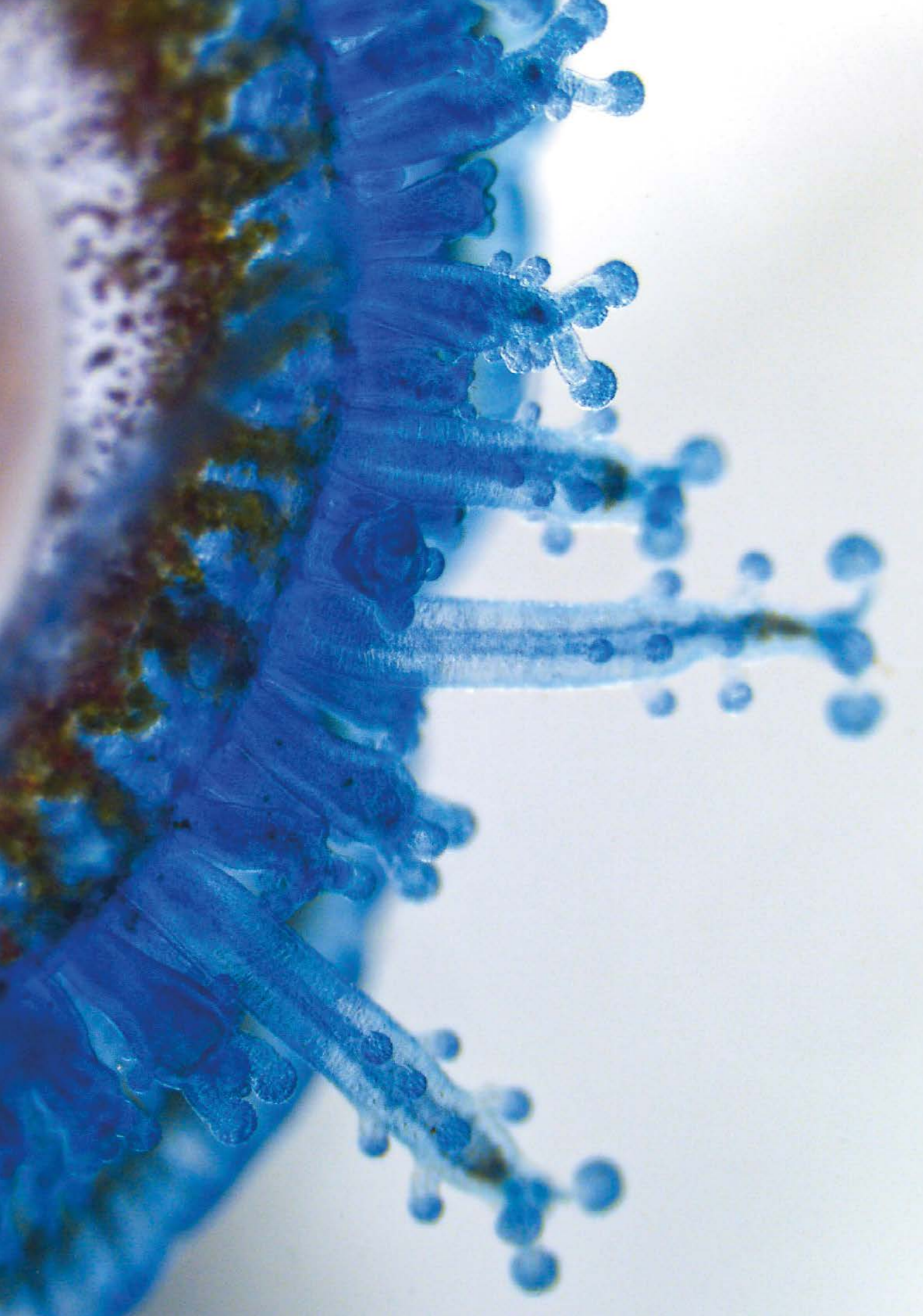
Dossier de presse · Fin de mission  
Décembre 2020 à Octobre 2022



**Mission**  
**Microbiomes**

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

**AtlantECO**   
Atlantic Ecosystems Assessment, Forecasting & Sustainability



La Fondation Tara Océan est la première fondation reconnue d'utilité publique consacrée à l'Océan en France. Elle porte deux missions principales : explorer l'Océan pour mieux le comprendre et partager les connaissances scientifiques sur l'Océan afin de créer une prise de conscience citoyenne et collective. Depuis 19 ans, elle développe une science de l'Océan de haut niveau, en collaboration avec des laboratoires de recherche internationaux d'excellence, pour explorer, comprendre et anticiper les bouleversements liés aux risques climatiques et environnementaux ainsi que les impacts des diverses pollutions. Pour faire de l'Océan une responsabilité commune et pour le préserver, la Fondation Tara Océan s'applique également à sensibiliser le plus grand nombre à la science de l'Océan et à éduquer les jeunes générations. Étudier et protéger l'Océan c'est prendre soin du système global de notre planète.

[www.fondationtaraocean.org](http://www.fondationtaraocean.org)





## Éditos

Voilà deux ans, presque jour pour jour, en pleine crise COVID, nous décidions de confirmer le départ de la mission Microbiomes en date du 12 décembre 2020 en accord avec l'équipe, les marins, les scientifiques ainsi que le Conseil d'administration de la Fondation Tara Océan. Ce fut une décision à la quasi-unanimité qui a jeté les bases de cette mission hors norme à bien des égards.

D'abord ce départ en catimini, avec 15 personnes sur le quai, sans les amis, sans les familles et sans les lorientaises et lorientais d'habitude présents en masse sur les quais de l'agglomération pour souhaiter bonne mer à l'équipage de la goélette Tara. Mais ce n'était en fait qu'un avant-goût des six premiers mois de cette expédition dans les eaux chiliennes. En quarantaine, certains membres d'équipage n'ont pu poser le pied à terre trois mois durant même lors des escales. L'équipe en charge des opérations a dû organiser des centaines de tests PCR afin de respecter les règles en vigueur. Les marins et les scientifiques se sont pliés aux moult contraintes administratives.

Malgré cette adversité rare, la goélette a tout de même navigué plus de 70 000 km autour de l'Amérique Latine en passant par le Chili, le Brésil et l'Argentine, jusqu'en Antarctique puis le long de la côte ouest africaine. Les équipes embarquées ont collecté des millions de données, et près de 25 000 échantillons de ce microbiome marin invisible reviennent aujourd'hui dans les soutes de Tara.

Les escales de la goélette Tara et son étude des eaux territoriales de nombreux pays ont permis de consolider nos relations avec nos partenaires à l'international dans les pays que nous avons traversés. La mission Microbiomes a accueilli de nombreux scientifiques du Chili, du Brésil, de l'Afrique du Sud et du Sénégal entre autres. Au Chili le programme CEODOS Chile, composé de 8 institutions scientifiques chiliennes, utilisera les données récoltées à bord de Tara pour étudier l'état de la pompe à carbone de la côte chilienne ainsi que son rôle dans l'échange de gaz à effet de serre, et pour cartographier la diversité microbienne et planctonique sur les extraordinaires gradients environnementaux qui caractérisent la côte chilienne. Au Brésil et en Afrique du Sud, la Fondation a pu rencontrer les partenaires d'AtlantECO, échanger avec les scientifiques du programme et former une nouvelle communauté scientifique à travers l'Atlantique. Au Sénégal aussi, l'escale de la goélette a permis de mobiliser nos partenaires pour la mise en œuvre d'un programme de coopération de 4 ans imminent avec le Fonds Français pour l'Environnement Mondial.

Et lorsque la pandémie s'est assagie à partir de Rio de Janeiro il y a un an, nous avons été en mesure de partager à nouveau les escales de Tara avec le public, les écoliers, les scientifiques et politiques ainsi que la presse locale. Nos ambassades et les équipes de la Fondation se sont mobilisées dans chaque pays pour faire de ces rencontres des moments privilégiés pour toutes et tous. Les artistes lauréats de l'appel à projet ont aussi pu rejoindre l'expédition « presque » comme prévu initialement, et nous sommes particulièrement heureux de pouvoir vous présenter leur travail à l'occasion du retour de Tara ce week-end.

Cette expédition de près de deux ans est un succès global, mais comme dans toute mission de cette ampleur, nous avons dû renoncer parfois. Nous avons dû annuler la remontée du fleuve Congo en République démocratique du Congo faute de soutien local. Seules les eaux se déversant dans l'Océan ont pu être analysées à son embouchure. Les îles Sao Tomé aussi, dont les récifs coralliens n'ont jamais été étudiés, étaient au programme mais la situation sécuritaire dans le Golfe de Guinée nous a obligé à revoir la carte de l'expédition.

Nous tenons enfin à saluer ici l'opiniâtreté, l'engagement et la constance de nos partenaires et des femmes et des hommes, actrices et acteurs de cette aventure hors norme, à bord de Tara comme à terre, grâce auxquels la goélette est si fière de revenir à la maison en Bretagne, à Lorient.

**Étienne Bourgois** · Président de la Fondation Tara Océan et **Romain Troublé** · Directeur général

*Lorient Agglomération partage avec Tara un objectif commun : celui d'œuvrer en faveur de la protection de l'environnement sur le chemin de la transition écologique. Entre deux missions, c'est à Lorient, son port d'attache, que la goélette Tara est entretenue, profitant du savoir-faire des nombreuses entreprises locales liées au nautisme. Ses missions scientifiques sont une vitrine remarquable pour l'Agglomération ainsi que Lorient La Base et son réseau d'entreprises. Tara contribue à faire de Lorient « une ville dans le monde ».*

**Fabrice Loher** · Président de Lorient Agglomération, maire de Lorient

## Sommaire

<b>Éditos</b>	<b>5</b>
<b>La mission Microbiomes</b>	<b>6</b>
<b>Les questionnements scientifiques majeurs</b>	<b>10</b>
<b>La mission Microbiomes étape par étape</b>	<b>11</b>
<b>Tara un bateau laboratoire</b>	<b>19</b>
<b>Partager la culture de l'Océan</b>	<b>22</b>
<b>Les artistes de la mission Microbiomes</b>	<b>23</b>

# La mission Microbiomes

## Chiffres clés

**70 000**  
kilomètres parcourus

**14**  
pays traversés



**145**  
personnes embarquées

**30**  
rotations d'équipage



**270**  
jours de navigation



**168**  
stations scientifiques

**30**  
escales techniques  
et de sensibilisation



**25 000**  
échantillons prélevés



**6 480**  
heures de quarts

Durant 22 mois, la goélette *Tara* a parcouru 70 000 kilomètres dans l'Atlantique Sud, le long des côtes d'Amérique du Sud et d'Afrique, jusqu'à l'Antarctique. À l'initiative de la Fondation Tara Océan, du programme européen AtlantECO, du consortium scientifique chilien CEODOS et des partenaires scientifiques de plus de 15 pays, cette mission implique 65 instituts de recherche dans le monde entier pour étudier le microbiome marin et ses interactions avec le climat et les pollutions chimique et plastique.

Les micro-organismes marins jouent un rôle essentiel dans l'Océan, puisqu'ils représentent environ deux tiers de la biomasse marine, ainsi que l'essentiel de la biodiversité. Ils constituent le premier maillon d'un immense réseau de vivants qui nourrit une grande partie de l'humanité. Véritables fabriques de services écologiques et économiques, ces organismes marins invisibles à nos yeux captent autant d'émissions de carbone générées par les activités humaines que les plantes terrestres. Rouage essentiel de la grande machine climatique, les fonctions et la dynamique de ce monde invisible sont encore largement méconnus.

### Organiser une expédition scientifique et humaine

Tout au long de son parcours, la goélette *Tara* a effectué plus de 20 escales dans 12 pays (Chili, Panama, France - Martinique, Brésil, Argentine, Antarctique, Afrique du Sud, Namibie, Angola, Congo, Gambie, Sénégal, Portugal). En amont de chaque escale, l'équipe logistique à terre prépare tout pour que l'arrivée de la goélette soit la plus fluide possible, aussi bien au niveau des relations avec les autorités portuaires, les autorités locales, qu'avec les douanes dans le cas d'importation ou d'exportation de matériel, sans oublier l'immigration et l'Ambassade de France de chacun des pays traversés. Du côté scientifique, afin d'être autorisé à échantillonner dans la zone économique exclusive d'un pays, il faut également faire des demandes de permis de recherche plusieurs mois avant l'arrivée de *Tara* dans le pays hôte. *Tara*, comme tout voilier de travail, subit des dommages, s'use et nécessite de l'entretien constant.

Chaque escale de *Tara* est l'occasion de ravitailler la goélette à différents niveaux :

- La ou le responsable de la cuisine à bord doit faire un point sur les stocks alimentaires et réapprovisionner en fonction pour assurer les prochaines longues navigations en mer.
- *Tara*, comme tout voilier de travail, subit des dommages, s'use et nécessite de l'entretien constant. L'équipage à bord, en coordination avec l'équipe à terre, évalue les besoins en termes de matériel technique afin d'anticiper les commandes auprès de nos fournisseurs en France.
- Enfin, les échantillons que *Tara* prélève lors de sa mission sont conservés un temps à bord de la goélette avant d'être envoyés vers nos différents laboratoires partenaires. Selon le type d'échantillon, la conservation est différente et nécessite un réapprovisionnement de matière première comme l'azote liquide.

La fin de l'expédition ne marque pas la fin du consortium scientifique (groupement des laboratoires et institutions qui participent à l'expédition) et de la collaboration entre les scientifiques. En effet, après avoir collecté des échantillons dans les eaux de tous ces pays, il faut dans un premier temps leur rendre compte du travail réalisé et partager avec eux les résultats de nos recherches, via l'envoi de rapports de chaque 'Leg', accompagnés des fichiers de données environnementales et contextuelles. Dans un second temps, au moins aussi long que celui de l'expédition, il s'agit pour les scientifiques d'exploiter et de présenter les résultats de la recherche, en préparant des articles voués à être publiés dans différentes revues scientifiques. Pour permettre aux scientifiques d'effectuer leurs prélèvements à bord, une équipe de marins s'est relayée pendant toute la durée de la mission pour faire avancer la goélette. Ils et elles sont 6 en permanence sur *Tara*. À bord de la goélette, il n'y a pas la science d'un côté et la navigation de l'autre. Tout le monde collabore afin d'appliquer au mieux les programmes scientifiques à la réalité du terrain : c'est-à-dire un Océan parfois capricieux et imprévisible qui nécessite une forte capacité d'adaptation et une grande réactivité. On ne travaille pas contre l'Océan mais avec, c'est pourquoi les marins et marines sont essentiels aux scientifiques pour mieux comprendre les vents, les marées, la houle et les tempêtes. Hisser les voiles, préparer les stations scientifiques, mettre à l'eau les outils scientifiques mais aussi nourrir tout l'équipage et assurer l'entretien technique du bateau : l'équipage de *Tara* est indispensable au bon déroulement de la mission.

### Une flotte dédiée à l'étude de l'Océan

La mission Microbiomes de la Fondation Tara Océan est partie intégrante du programme international AtlantECO financé par la Commission européenne. AtlantECO réunit plus de 36 institutions scientifiques en Europe, au Brésil et en Afrique du Sud. Cette collaboration scientifique internationale a pour but de développer une compréhension fine des enjeux liés à l'océan Atlantique et d'évaluer son état de santé. *Tara* est l'un des 6 bateaux de cette flotte océanographique dédiée à l'étude de l'océan Atlantique. Premier bateau à s'élaner, les protocoles ont été testés et développés à bord de la goélette afin d'être reproduits sur les autres navires de recherche. Lors de ces expéditions, les scientifiques s'attèleront à étudier le fonctionnement et la dynamique du microbiome marin ainsi qu'à analyser l'impact des pollutions (plastiques et chimiques) et des changements environnementaux sur ces microorganismes.

## Présentation du programme



# Mission Microbiomes

## LES COURANTS OCÉANIQUES

Comment le changement climatique perturbe-t-il les courants océaniques et la distribution du microbiome ?

- 1 • **Côtes chiliennes** : zone pauvre en oxygène (anoxique)
- 2 • **Guyane - Amazonie** : zone de connexion et d'échange entre deux bassins océaniques sous l'influence de l'Amazonie
- 3 • **Mer de Weddell** : une région clé pour le climat avec la formation des courants froids de profondeur
- 4 • **Chili et Afrique** : remontée d'eau profonde (upwellings) très riche en nutriments essentiels pour les stocks de poissons et la pompe à carbone

## LA FERTILISATION ET LA POLLUTION

Comment les terres fertilisent-elles l'Océan et quels sont les impacts de la pollution microplastiques sur le microbiome ?

- 5 • **Côtes chiliennes** : influence de l'eau douce issue des glaciers terrestres
- 6 • **Grands fleuves** (Amazonie, Orange, Congo, Gambie et Casamance) : étude des panaches océaniques

## LES PHÉNOMÈNES À PETITE ÉCHELLE

Comment les tourbillons et les petits courants temporaires modifient-ils les modélisations à grande échelle ?

- 7 • **Océan Atlantique** : étude des déplacements du microbiome sous l'action des tourbillons.

Zone de remontée d'eau profonde riche en nutriments (upwelling)



70 000  
kilomètres  
à parcourir



Océan Pacifique

Océan Atlantique

Mer de Weddell

DÉPART • ARRIVÉE  
Lorient, Bretagne  
décembre 2020 • octobre 2022  
Santander

Lisbonne  
octobre 2022

Dakar septembre 2022  
Banjul août 2022

Le Marin  
juin-juillet 2021  
Belèm  
septembre 2021

Salvador de Bahia  
octobre 2021

Rio de Janeiro  
novembre 2021

Iquique  
mai 2021

Valparaiso

Concepción  
avril 2021

Puerto Montt  
mars 2021

Punta Arenas  
février 2021

Pointe Noire  
Matadi juillet 2022  
Luanda

Walvis Bay  
juin 2022

Capetown  
avril 2022



# Les questionnements scientifiques majeurs

## L'impact de l'apport massif de nutriments par les fleuves sur le fonctionnement du microbiome

- Les fleuves qui drainent les continents comportent une grande quantité de nutriments. Comment cette arrivée de nutriment impacte-t-elle la productivité du microbiome et la pompe à carbone ?
- Les fleuves sont de véritables sentinelles de l'état écologique des bassins versants. Ces régions sont largement inconnues de la recherche internationale. Les services rendus par le microbiome sont-ils affectés par leur influence ?

## L'importance des interactions entre espèces sur la vie et la mort du microbiome marin

- L'Océan abrite des proliférations d'algues si massives qu'elles sont visibles de l'espace ("bloom"), et jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème marin.
- Comment les interactions entre espèces, telles que l'infection virale, la prédation ou la symbiose impactent-elles la dynamique d'un bloom ?

## L'importance du microbiome sur la pompe à carbone biologique (Weddell)

- La mer de Weddell est un site important de descente d'eau de surface vers le fond de l'Océan. Quelle est la structure du microbiome local qui génère ce flux majeur carbone? Et combien et comment ce microbiome est-il impacté par les icebergs qui sont de plus en plus fréquents dans la région et changent la composition physico-chimique de l'eau.

## L'impact de la circulation océanique et des courants sur le fonctionnement du microbiome

- Les upwellings : Régions les plus riches en biomasse planctonique et les plus productives de la planète pour la pêche. Ces courants d'eau froide remontant en surface chargée en nutriments sont provoqués par les vents forts chassant les eaux chaudes de surface, eux-mêmes affectés par le changement climatique. Comment le microbiome soutient-il cette productivité ? Comment prédire l'évolution de ce processus en réponse à la désoxygénation et au changement climatique ?
- La turbulence: comment la « météo » de l'Océan (tourbillons) module la production de biomasse? Comment règle-t-elle la structure en patches du vivant?

## L'impact de la pollution plastique et chimique sur les services écosystémiques rendus par le microbiome

- L'étude de la pollution plastique sur la côte brésilienne avec un échantillonnage en amont et en aval des villes pour comprendre leur rôle dans les flux et la typologie de la pollution plastique ainsi que ses effets sur les microorganismes de la colonne d'eau.

# La mission Microbiomes étape par étape

## Chili

La première étape de la mission Microbiomes a été réalisée au Chili en collaboration étroite avec le consortium chilien CEODOS, programme scientifique résultant d'une coopération franco-chilienne construite depuis 2015. La goélette *Tara* a remonté toute la côte chilienne de Punta Arenas en février 2021 jusqu'à Iquique en mai 2021.



### Scientifiques embarqués à bord de *Tara*

Milena Cerda, Céline Dimier, Rodrigo Torres, Douglas Couet, Miguel Moll, Emilio Alarcon, Eric Pelletier, Josep Erta, Camila Fernández.

### Premières observations

- Cette première partie de la mission Microbiomes a d'ores et déjà pu faire ressortir que la zone océanique anoxique jusqu'alors documentée uniquement sur le nord et le sud de la côte chilienne s'étend en fait sur sa globalité
- Nous avons constaté que les microplastiques sont présents un peu partout, mais qu'ils sont fortement répartis près des zones peuplées. Nous ne pouvons plus considérer les zones vierges comme « vierges ».
- Nous confirmons que la côte chilienne est extrêmement active dans sa capacité à traiter les gaz à effet de serre

Durant plus de 4 mois, c'est donc un échantillonnage complet qui a ainsi été réalisé (4 étapes, 36 stations de prélèvements, plus de 5 000 échantillons d'eau de mer collectées jusqu'à 1000 m de profondeur) entre Punta Arenas et Iquique, afin d'établir pour la première fois de son histoire un premier diagnostic complet de la santé planctonique de l'océan côtier chilien. Les 4 500 km du Sud au Nord de la mer territoriale chilienne sont considérés comme un véritable laboratoire naturel pour étudier les effets du changement climatique. L'objectif est de comprendre les impacts du changement climatique sur le microbiome marin, d'évaluer l'intensité avec laquelle la pompe à carbone fonctionne dans cette zone, acquérir des données supplémentaires sur les microplastiques dans les zones de culture du saumon et dans les Fjords de Patagonie et d'explorer l'influence grandissante de larges zones dépourvues d'oxygène.

« Cette mission vient de lancer le programme CEODOS, une initiative à long terme qui vise à surveiller l'océan chilien tous les cinq ans afin d'avoir régulièrement un diagnostic global en lien avec le changement climatique »

explique Camila Fernandez, professeure invitée au département d'océanographie de l'Université de Concepción, chercheuse au CNRS, et co-coordinatrice de la mission au Chili.

Le passage de la Fondation Tara Océan au Chili vient renforcer une coopération scientifique initiée en 2015 avec le financement de deux étudiants post-doctorants chiliens par la Fondation Tara et le Fonds Français pour l'environnement Mondial. « C'est également un élément structurant pour le Chili qui permet de créer une conscience de projet scientifique multidisciplinaire et d'asseoir une reconnaissance du Chili sur la scène internationale » annonce Alejandro Maass, directeur du Centre de Modélisation mathématiques de l'Université du Chili et co-directeur de CEODOS.



## Brésil

Le Brésil est un pays qui abrite une grande variété d'écosystèmes et une large biodiversité. Son territoire est recouvert par la plus grande forêt tropicale du monde et est traversé par le plus grand fleuve du monde, l'Amazonie. Ces deux éléments clés font du Brésil un pays central dans la recherche sur le changement climatique. La goélette *Tara* a sillonné les eaux brésiliennes de septembre à novembre 2021



### Scientifiques embarqués à bord de *Tara*

Natalia Torres, Nils Haentjens, Stéphane Pesant, Léa Olivier, Josep Erta, Paula Huber, Andréa Freire, Douglas Couet, Xiomara Franchesca Garcia Diaz, Helena Carvalho, Ali Chase, Alessandra Gomes, Pedro Junger, Erica Becker, Samuel Chaffron, Thomas Linkowsky, Lee Karp-Boss, Emmanuel Boss, Hugo Sarmento, Gleice de Souza Santos, Andrea Green

### Premières observations

- Le réchauffement de l'Océan et la déforestation ont une incidence sur le cycle de l'eau : les « rivières volantes » qui traversent la région amazonienne se transforment et influent sur le flux d'eau, de nutriments et de carbone vers l'océan Atlantique.
- Les plastiques et les microplastiques sont présents presque partout, même en Amazonie, l'une des plus grandes forêts sur pied du monde.
- La chaîne de monts sous-marins Vitoria-Trindade est un haut lieu de la biodiversité pour les macro-organismes. Notre expédition a exploré la diversité microbienne de cette région importante, où de nouvelles espèces et de nouveaux gènes devraient être découverts.
- Les eaux du fleuve Amazone ont un impact énorme sur la circulation et la biologie de l'océan Atlantique : elles forment une barrière physique pour la dispersion des larves des espèces côtières, d'autre part, des espèces microbiennes très spécifiques fleurissent là où les eaux douces riches en nutriments rencontrent les eaux de l'océan Atlantique, à environ 300 km de la côte.

### Le panache de l'Amazonie

Le Nord du Brésil est caractérisé par la présence d'un courant océanique intense. Ce courant et les immenses tourbillons qu'il génère entraînent les eaux du fleuve vers les Caraïbes et les répandent sur une vaste zone, diffusant ainsi des nutriments, des polluants mais aussi des microbiomes qui se retrouvent piégés dans ces tourbillons qui peuvent atteindre 300 kms. La goélette *Tara* a navigué de la Martinique jusque sur les côtes brésiliennes afin d'étudier ce phénomène. Pour comprendre l'impact du fleuve sur l'océan Atlantique, l'équipe scientifique a échantillonné le panache de l'Amazonie. Le panache est créé par la rencontre entre l'Amazonie et l'océan Atlantique. Le fleuve déverse 200 millions de litres par seconde en moyenne dans l'océan. L'eau de l'Amazonie étant plus chaude et plus douce, elle crée un panache de surface très dynamique affectant la salinité et la température de l'Atlantique tropical.

### La pollution plastique de l'Amazonie

La goélette *Tara* s'est rendue au cœur de l'Amazonie. L'équipe scientifique a étudié la pollution plastique en analysant la présence de micro-plastiques et de nanoplastiques. Ce fleuve qui draine 40% de l'Amérique du Sud, charrie de nombreuses pollutions plastiques et chimiques. Des prélèvements ont été effectués en amont et en aval des villes afin de comprendre l'impact que celles-ci peuvent avoir sur la pollution plastique.

### Les monts sous-marins Vittoria Trinidad

L'équipe scientifique a analysé la biodiversité d'une chaîne montagneuse et volcaniques sous-marine entre Salvador de Bahia et Rio de Janeiro au Brésil. Cette chaîne montagneuse immergée appelée Vittoria Trinidad se situe dans la partie de l'océan Atlantique la plus pauvre en nutriments. Elle constitue ainsi un hotspot de biodiversité car elle enrichit la colonne

d'eau en nutriment et abrite de nombreux récifs coralliens. Les scientifiques ont effectué des stations de jour mais aussi pour la première fois de nuit :

**« Beaucoup de ces petits organismes migrent vers le haut pendant la nuit, ce qui représente la plus grande migration animale sur Terre ! Ainsi, notre deuxième objectif était de collecter des échantillons biologiques lors d'un échantillonnage de nuit afin de mieux comprendre cette variation quotidienne. »** Pedro Junger et Erica Beckker.

Cela permettra aussi de faire de la bioprospection pour la chimie ou la pharmacologie. Lors de son étude des eaux brésiliennes, la goélette *Tara* a ainsi accueilli à son bord des scientifiques venant des institutions brésiliennes partenaires l'Universidade Federal de São Carlos, l'Universidade de Sao Paulo, l'Universidade Federal de Santa Catarina. La Mission Microbiomes et le projet AtlantECO ont permis de structurer une collaboration sur le long terme entre la Fondation et des Institutions de recherche brésiliennes partenaires du projet. Au-delà des aspects purement scientifiques, les cinq escales de la goélette au Brésil en 2021 ont créé des liens humains avec des jeunes, des professeurs, des responsables d'associations et des décideurs politiques locaux. Les différents trajets de *Tara* au Brésil ont été aussi l'occasion d'embarquer des jeunes chercheurs pour des « legs », créant toute une génération de Taranautes brésiliens qui rêvent déjà de revenir à bord !

## Argentine

Chaque année au printemps, des floraisons massives (blooms) de coccolithophores se produisent à travers le monde, liées à l'augmentation de la lumière et à la stratification de la colonne d'eau. Les coccolithophores sont des micro-algues qui captent le CO2 et produisent de l'oxygène, et se recouvrent de petites plaques calcaires fabriquées à l'intérieur de la cellule. L'une des floraisons les plus importantes se situe le long de la côte Est en Argentine, entre Buenos Aires et Ushuaia, celle que les scientifiques ont étudiée durant l'expédition Gayoso en décembre 2021.



### Scientifiques embarqués à bord de *Tara*

Flora Vincent, Michel Flores, Constanze Kuhlisch, Morgane Ratin, Guillaume Bourdin

### Premières observations

- Nous avons détecté un très beau bloom de coccolithophore grâce à des images satellites, et conduit une approche lagrangienne qui consiste à suivre la même masse d'eau pendant plusieurs journées consécutives à l'aide de flotteurs; une approche réalisée pour la première fois dans cette région, à notre connaissance. Nous avons en main des données uniques qui permettent de faire le lien entre ce qui se passe dans l'eau, et ce que l'on voit de l'espace, permettant donc d'intégrer les phénomènes biologiques à travers de grandes échelles spatiales.
- Nous avons réalisé 12 stations (soit une moyenne d'un jour sur deux), et pu déployer des protocoles encore jamais réalisés sur *Tara* (prédation, séquençage ARN sur cellule unique) qui viendront compléter la suite de données écosystémiques récoltées par *Tara* sur l'ensemble de la Mission Microbiomes
- Nous avons observé plusieurs phénomènes de prolifération massive: des coccolithophores, mais aussi des diatomées et des dinoflagellés. En ce qui concerne les coccolithophores, le bloom s'est déclenché plus tard qu'en 2020 et plus au sud, mais il est difficile de dire si cela est du changement climatique ou non. Le bloom de diatomées a été particulièrement important cette année, et a notamment conduit à la présence de nombreux bateaux de pêche illégaux, venus pour les sèches qui bénéficient indirectement de ce bloom. Concernant le bloom de dinoflagellés, nos partenaires Argentins ont exprimé un intérêt vif car il semblerait qu'il soit lié à des espèces peu connues.

Lors de cette mission, *Tara* a étudié un bloom de coccolithophores entre Buenos Aires et Ushuaia (Argentine) en collaboration avec le bateau Argentin Houssay. Cette efflorescence massive d'algues microscopiques a lieu tous les ans, au mois de décembre, lorsque les bonnes conditions environnementales sont réunies. Les coccolithophores sont une variété de microorganismes à l'origine de ces blooms, qu'il est essentiel d'étudier car ces microalgues sont capables de faire de la photosynthèse (c'est à dire produire de l'oxygène et d'absorber du dioxyde de carbone grâce à l'énergie du soleil) et qu'elles sont à la base de la chaîne alimentaire. Or, ces microalgues sont au cœur d'un grand réseau social, fait d'interactions qui déterminent leur survie et leur mort: infections virales, prédatons, coopérations. C'est pourquoi étudier ces interactions dans l'environnement naturel peut nous donner les clés des mécanismes à l'œuvre derrière ces phénomènes monumentaux de blooms qui restent mal compris.

Cette étude permettra de faire progresser la compréhension des blooms notamment grâce à des techniques de pointe jamais déployées dans ces eaux et des approches dites « de dérive » pour suivre le bloom du début jusqu'à la fin. La goélette a pu traquer ce phénomène grâce à des données obtenues en temps direct, afin d'échantillonner au plus près.

L'équipe scientifique s'inscrit dans le sillage de la scientifique argentine Ana Maria Gayoso qui fut la première à observer la forte présence dans cette région de l'algue qui va être étudiée : *Emiliania huxleyi*. Le bateau scientifique de la Préfecture navale argentine Bernardo Houssay forme la seconde moitié de cette expédition Gayoso. En effectuant le trajet inverse à *Tara* quelques jours avant le passage de la goélette, il a permis d'étudier les premières phases de cette floraison. Les deux bateaux se trouvaient ensemble à Buenos Aires pour présenter leur recherche.



## Antarctique

Recouvert de glace, le continent Antarctique est situé dans la partie extrême du pôle Sud. Il est bordé par l'océan Austral et les mers de Ross et de Weddell. À plus de 700 kilomètres du continent américain, la péninsule Antarctique est une zone isolée. La majeure partie de la glace mondiale est contenue dans le continent Antarctique. La formation et la disparition des glaces rendent le continent difficile d'accès. Il n'est ainsi accessible que pendant 2 à 3 mois en période estivale. C'est donc durant cette période au mois de janvier que *Tara* s'est rendue en mer de Weddell. Les scientifiques ont étudié le microbiome en mer de Weddell en janvier et février 2022.



### Scientifiques embarqués à bord de *Tara*

Alessandro Tagliabue, Léa Olivier, Natassia Patin, Chris Bowler, Douglas Couet, Thomas Linkowski

#### Premières observations

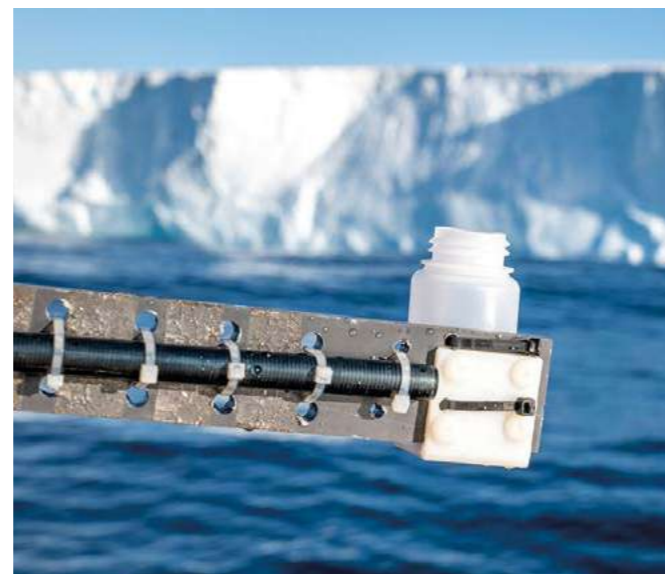
- *Tara* a repoussé ses limites en menant ses recherches le plus loin possible vers le sud, dans les eaux profondes de la mer de Weddell, afin de documenter pour la première fois l'impact des gradients à grande échelle des conditions antarctiques sur le microbiome. Une nouvelle collaboration avec le brise-glace allemand Polarstern a permis d'étendre notre échantillonnage à des échelles spatiales et temporelles plus larges.
- *Tara* a échantillonné pendant une baisse record de la glace dans la mer de Weddell, exercice qui pourrait donc servir pour prévoir l'avenir de la région.

À l'entrée du passage de Drake, séparant définitivement l'Antarctique de l'Amérique du Sud, le courant circumpolaire antarctique s'est mis en place dans l'océan Austral il y a environ 20-40 millions d'années. Progressivement, les microorganismes en Antarctique ont été isolés des autres espèces présentes sur le globe. *Tara* a donc échantillonné les eaux de l'Antarctique en ce début d'année 2022 pour tenter de mieux comprendre son microbiome et son lien avec la pompe à carbone.

Une partie du programme est dédiée à l'étude d'un iceberg baptisé « Tasmania » qui mesure 22 m de haut et 0.6 km<sup>2</sup> de superficie. Cette étude de processus unique a été menée pendant la dérive de 30 miles nautiques sur l'iceberg de 1 km de long pour comprendre son impact sur le microbiome. Les scientifiques à bord de *Tara* ont collecté des échantillons de 10 à 1000 mètres de profondeur pour explorer et comprendre les changements survenus au cours du temps grâce à l'interprétation des carottes et des sédiments collectées par les géologues dans la région.

Continent de paix et de science, l'Antarctique a longtemps été le plus grand succès de coopération internationale pour la conservation de l'environnement marin. Mais, depuis plus de 5 ans, la situation diplomatique est bloquée. Le réchauffement climatique, la pression de la pêche et le développement du tourisme dans la région menacent grandement la stabilité de l'écosystème antarctique, véritable thermostat du climat global. À ces défis actuels vient également se superposer la perspective de levée d'interdiction d'exploitation des ressources minières à l'horizon 2048, faisant ainsi lentement basculer l'Antarctique de sanctuaire à potentielle terre d'exploitation. L'importance de ces écosystèmes pour la régulation du climat et la vie sur Terre est globale et nécessite que les États relancent l'élan collectif de coopération à l'origine du Traité Antarctique et du protocole de

Madrid. Alors que l'on commence à peine à percevoir son fonctionnement, les études de *Tara* sur le microbiome antarctique lors de la Mission microbiomes viendront contribuer à l'effort international pour la conservation de l'Océan Austral et serviront pour comprendre comment les espèces endémiques de l'Antarctique ont évolué pour être adaptées à cet environnement extrême. L'Antarctique est en quelque sorte un miroir des phénomènes qui affectent l'Océan. L'observation et la collecte de données permettent aux scientifiques de proposer des modèles d'évolution du climat et d'alerter sur les changements à venir. En 2022, la mission Microbiomes est la 5e expédition menée en Antarctique par la Fondation Tara Océan.



## Transatlantique

L'Océan compte une quantité importante de tourbillons océaniques causés par des différences de pression qui engendrent la création de courants océaniques. Sous l'effet de la rotation de la terre, ces courants (la « météo » des océans) atteignent un équilibre en tournant autour du centre sur des échelles de 10 à 200-300km. Ainsi, tels les tempêtes atmosphériques, les courants des tourbillons tournent autour du centre de ces derniers ce qui permet aux tourbillons de se déplacer dans l'Océan pendant plusieurs semaines jusqu'à plusieurs années. Chaque tourbillon possède une « signature » particulière en fonction des propriétés (température et salinité) qui le composent. Il est possible de distinguer 2 types de grandes structures : l'anticyclone et son contraire, le cyclone. Par leur capacité à transporter des masses d'eau ainsi que leur impact sur d'autres parties du réservoir climatique tel que l'atmosphère ou la biosphère, les tourbillons océaniques sont primordiaux dans la dynamique de l'océan. À plus petite échelle, les fronts océaniques, qui partagent deux parties de l'Océan avec des propriétés physico-chimiques différentes, sont aussi d'un grand intérêt. Ils marquent la séparation entre, par exemple, le tourbillon et l'environnement où il se déplace et peuvent aussi marquer la démarcation entre deux océans. Ces zones très dynamiques, où de nombreux mélanges s'opèrent, ont un rôle très important sur les communautés biologiques. Lors de la transatlantique entre l'Amérique du Sud et l'Afrique, l'équipe scientifique embarquée a étudié des phénomènes physiques, en particulier tourbillons et fronts océaniques, pour comprendre leur impact sur le microbiome. La transatlantique a duré 49 jours de mars à avril 2022.



### Scientifiques embarqués à bord de *Tara*

Rémi Laxenaire, Giancarlo Bachi, Cora Höerstmann, Paula Huber, Alison Chase, Clara Trelu

#### Premières observations

- L'échantillonnage d'un tourbillon cyclonique dans les eaux enrichies de Géorgie du Sud s'est avéré, plusieurs mois après sa formation, être associé à un fort bloom de Diatomées et ce même si ce tourbillon était détaché de la surface.
- Un front très intense marquant la séparation des océans Atlantique et Austral s'est avéré être composé de nombreux filaments avec des indications, en surface, de communautés planctoniques résultant du mélange entre ces océans mais cela nécessite une confirmation par analyse génétique.

La transatlantique est une période de navigation qui permet de modifier significativement la route prévue du bateau afin de suivre des masses d'eau particulières. L'Océan étant un environnement qui évolue rapidement, ces structures dynamiques sont éphémères. Rémi Laxenaire, chef scientifique de ce leg, devait donc adapter en temps réel à bord de *Tara* :

**« J'avais pour rôle d'analyser en temps réel les images satellites ainsi que les mesures observées à bord de la goélette afin de définir au fur et à mesure le plan d'échantillonnage. Ainsi, à travers des réunions avec les scientifiques embarqués et en concertation avec les marins, nous définissons ensemble ce que nous allons faire dans les prochains jours. »**

Grâce à ces images satellites analysées quotidiennement à bord, les scientifiques ont donc identifié différentes structures océaniques (tourbillons et fronts) qu'ils ont ensuite visées pour des échantillonnages à bord de *Tara*. Le but est d'étudier le lien qu'il existe entre ces structures dynamiques visibles par satellites et l'enchevêtrement de communautés biologiques que seul un échantillonnage sur place permet de caractériser.

L'équipe scientifique s'est basée sur des études scientifiques ayant suggéré qu'un tourbillon caractérisé par des conditions hydrologiques stables (températures, salinité) serait composé d'une faible diversité d'organismes. En effet, les espèces marines les plus adaptées à l'environnement devraient se développer davantage, provoquant une perte de biodiversité. Au contraire, les structures de type « fronts », sont des zones d'échanges où les propriétés physico-chimiques et biologiques évoluent rapidement, ne permettant pas à des communautés de dominer, ainsi la diversité des communautés devrait y être plus importante. Les scientifiques souhaitaient ainsi vérifier que la diversité en plancton est plus importante au niveau des fronts que dans les centres des tourbillons océaniques. Finalement, l'équipe scientifique avait pour objectif d'utiliser les nouvelles méthodes d'analyse des communautés biologiques pour tenter, en étudiant les protéines créées par ces organismes, de mettre en évidence des modifications des comportements des planctons en fonction des changements rapides des propriétés physico-chimiques au niveau des fronts océaniques.



## Afrique du Sud, Namibie, Angola

Le courant du Benguela remonte depuis l'Afrique du Sud vers les côtes de Namibie et d'Angola. Au sud, les eaux de l'Atlantique se mélangent à celles de l'océan Indien, occasionnant de multiples tourbillons qui vont jusqu'au Brésil. La remontée du courant du Benguela a été effectuée entre avril et juin 2022.



### Scientifiques embarqué-es à bord de Tara :

Emma Rocke, Nicole Dames, Ndamonoghenda MATEUS, Mathilde Bourreau, Céline Dimier, Thomas Leeuw.

### Premières observations

- Dans l'ensemble, nos premières observations de l'upwelling du Benguela ont confirmé sa réputation : c'est une des zones les plus productives au monde.
- Les zones déficitaires en oxygène s'étendaient au-delà du bord du plateau continental dans les eaux namibiennes. Ce phénomène s'est déjà produit par le passé, mais il signale un changement possible dans la dynamique de l'oxygène dans cette région.
- Nos observations au microscope à bord ont révélé des communautés planctoniques nettement différentes au fur et à mesure de nos prélèvements plus au nord de la Namibie. Des cellules de diatomées extrêmement grandes (près de 1 mm de diamètre) ont été observées, ce qui confirme une énorme productivité (et donc une grande séquestration de carbone) dans ces zones.
- En plus des protocoles TARA, nous avons mesuré la production primaire et les taux d'absorption des nutriments dans des stations côtières au large de la Namibie. Cela nous aidera à quantifier la fertilité de l'Océan à cet endroit, c'est-à-dire la quantité de carbone sous forme de phytoplanctons qu'il peut produire à tout moment.

Le long des côtes de l'Afrique de l'Ouest de l'Afrique du Sud à l'Angola, les eaux froides remontant des profondeurs, aussi appelées upwellings, amènent des nutriments vers la surface. En raison des vents dominants qui "repoussent" les eaux de surface, cela permet aux eaux froides et profondes, riches en nutriments, de remonter à la surface. Ces eaux alimentent la prolifération du phytoplancton, qui fournit de l'oxygène à l'atmosphère, absorbe le CO<sub>2</sub> et fournit des matières organiques essentielles pour alimenter le bas de la chaîne alimentaire. Très productif en poissons car très riche en nutriments, le courant du Benguela a un écosystème foisonnant et varié. Il a une influence considérable sur l'océan Atlantique sud. Des études antérieures suggèrent que la disponibilité de certains nutriments dans l'Océan peut influencer directement sur le microbiome. Ces différences peuvent se traduire par des changements dans les services écosystémiques offerts par les micro-organismes. Par exemple, ces eaux alimentent la prolifération du phytoplancton, qui fournit lui-même de l'oxygène à l'atmosphère, absorbe le CO<sub>2</sub> et produit des matières organiques essentielles pour alimenter le bas de la chaîne alimentaire comme expliqué plus haut.

Cependant, les scientifiques n'ont pas une compréhension complète des interactions entre le microbiome et son environnement. Pour ajouter encore plus de complexité, ils ont peu de connaissances sur la composition et la diversité du microbiome dans l'océan Atlantique et sur la côte ouest de l'Afrique. Les scientifiques souhaitent donc comprendre la biogéographie du microbiome marin sur les côtes africaines et la façon dont il évolue en fonction de divers facteurs environnementaux. Ils vont réaliser des échantillonnages pour étudier les micro-organismes et les variables environnementales afin d'apporter des éclaircissements sur la co-limitation des nutriments dans l'Atlantique Sud.

**« Nous devons comprendre le rôle que jouent les microbes dans ces systèmes afin de pouvoir élaborer des modèles capables de prédire l'évolution de la situation en fonction des scénarios de changement climatique. Ces systèmes contiennent également des zones à faible teneur en oxygène qui produisent de puissants gaz à effet de serre. Nous devons mieux comprendre les causes de ce phénomène afin de prendre des mesures pour le ralentir. »**

Emma Rocke, cheffe scientifique à bord de Tara. Les données bâties à partir de cet exercice vont être confrontées avec les données récoltées en 2020 aux Chili, pays qui est à la même latitude et connaît aussi des phénomènes d'upwelling.

Lors de l'escale de la Fondation à Cape Town en Afrique du Sud, la goélette Tara a accueilli à son bord 17 étudiant-es de 10 pays (Afrique du Sud, Ghana, Cap Vert, Bénin, Kenya, Namibie, Angola, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée) dans le cadre du training course d'AtlantECO afin de les former aux protocoles scientifiques mis en place à bord. Deux des étudiantes présentes lors de cette journée ont par la suite embarqué à bord au sein de l'équipe scientifique entre la Namibie et la République du Congo.

Par ailleurs, l'escale à Cape Town a aussi été l'occasion pour les équipes de la Fondation Tara Océan de rencontrer ses partenaires sud-africains membres d'AtlantECO de l'Université de Cape Town, du CSIR et de l'Université de Pretoria.

## République du Congo, Gambie, Sénégal

Lors de la remontée de la côte ouest africaine, la goélette a étudié quel est l'impact des fleuves quand ils se déversent dans l'océan Atlantique. Les scientifiques ont étudié le panache du fleuve Orange et du fleuve Congo et ont remonté les fleuves Gambie et Casamance afin de mesurer les flux de plastiques le long de ces fleuves mais également d'en mesurer les impacts sur les communautés microbiennes. En échantillonnant au large du Sénégal sur le plateau continental, zone très productive pour la pêche, dans laquelle est observé un phénomène d'upwelling en hiver, les scientifiques pourront caractériser les communautés planctoniques en présence en amont du phénomène qui sera échantillonné en Décembre par une campagne de l'IRD en collaboration avec l'Ifrémer.



### Scientifiques embarqué-es à bord de Tara :

Jean-François Ghiglione, Anne-Leila Meistertzheim, Edouard Lavergne, Karine Lebaron, David Leistenschneider, Miléna Cerda, Noé, Timothée Brochier, Josep Maria Herta Montejo, Ange Diedhiou, Muguette Allegre, Erica Becker, Pedro Junger, Samuel Chaffron, Suzana Nicolau, Thulani Makhakanyane, Charlotte Begouen Demeaux, Mancha Mabaso, Douglas Couet, Guillaume Bourdin, Éric Pelletier, Louis Caray, Damaria Ardène Boussiengue, Antonella Ruggiero, Charlotte Begouen Demeaux.

### Premières observations

- Les premières observations de l'échantillonnage dans les fleuves ont montré une pollution très localisée et très dense près des villages qui bordent le fleuve.
- L'échantillonnage dans les fleuves a révélé une forte présence de macroplastique mais une présence assez faible de microplastique.
- L'échantillonnage au large du Sénégal a révélé une forte productivité et une biomasse planctonique élevée hors phénomène d'upwelling, mais aussi la présence d'un minimum d'oxygène à environ 90 m de profondeur.

### Tara remonte à la source de la pollution plastique sur la côte Ouest africaine

En remontant plusieurs fleuves d'Afrique (Gambie et Casamance), la mission Microbiome a poursuivi son exploration de la pollution par les déchets plastiques, jusqu'ici menée principalement en mer. Les fleuves d'Afrique sont-ils plus pollués par les déchets plastiques que les fleuves Européens ? Quelle est l'influence de la marée, de la salinité, des activités humaines sur la répartition des macro-, méso- et microplastiques le long du fleuve ? Comment les microorganismes s'adaptent-ils à l'omniprésence de microplastiques dans leur écosystème ? En Août et Septembre 2022, des prélèvements en mer et dans l'embouchure ont été réalisés depuis la goélette Tara, puis des embarcations légères, ou des déplacements depuis la terre jusqu'à des ponts ont été nécessaires pour remonter les fleuves jusqu'à l'eau douce. Dans des paysages de mangroves et de rizières, les premières observations ont montré une pollution très localisée et très dense près des villages qui bordent le fleuve, avec des déchets différents des plastiques à usage unique généralement retrouvés en Europe : filets de pêche, produits textiles et emballages flexibles utilisés pour conditionner des boissons ou de la nourriture en petite quantité. Dans l'eau des fleuves, nous avons retrouvé moins de microplastiques (<5mm) qu'en Europe, à l'exception de la proximité des grandes villes près des estuaires. Une caractérisation très fine de la composition chimique des plastiques sera réalisée à partir des dizaines d'échantillons prélevés sur les berges et dans l'eau des fleuves. L'analyse de la vie sur ces plastiques nous permettra également d'identifier d'éventuels micro-organismes pathogènes transportés du fleuve vers la mer par ces radeaux de plastiques qui se dispersent ensuite dans l'océan Atlantique. Ces travaux font suite aux expéditions dédiées à l'étude du « cycle du plastique » dans les fleuves et l'Océan (Tara Méditer-

ranée et Microplastiques 2019) et ils sont en lien avec l'action de science participative Plastique à la loupe de la Fondation Tara Océan.

### Le fleuve Gambie

Les objectifs de la croisière dans le fleuve Gambie sont d'observer les changements de la vie microbienne dans le continuum fleuve-mer ainsi que d'évaluer la pollution plastique dans le fleuve au niveau de ses relations avec les microbes. Le navire de recherche Tara a échantillonné plusieurs rivières en Amérique du Sud (y compris l'Amazonie) et en Afrique de l'Ouest au cours du projet Microbiome, ce qui a permis d'évaluer les microbiomes et la connectivité plastique entre les rivières et l'océan Atlantique. Nous avons trouvé tellement de débris dans le site d'échantillonnage sur la rive de la rivière près de la ville de Tendeba que nous avons arrêté de trier les débris (environ 15 kg) après seulement 10m-transect pour le protocole OSPÄR (au lieu du transect habituel de 100m). Les débris étaient composés de beaucoup de vêtements, de cordes et de filets de pêche. L'observation rapide a montré peu de pollution macroplastique dans la mangrove, qui couvrait la plupart des berges de la zone d'échantillonnage (de Banjul à Kaur). De manière intéressante, nous avons trouvé relativement peu de microplastiques lors de l'échantillonnage dans la rivière avec un filet manta. Des analyses complémentaires par les partenaires du projet Microbiome sont nécessaires pour évaluer dans quelle mesure la pollution plastique est liée au transport d'espèces invasives ou pathogènes dans le fleuve Gambie et dans la mer Atlantique. Les relations entre la pollution plastique et la dynamique des paramètres environnementaux le long du continuum fleuve-mer (salinité, nutriments, biogéochimie,...) ainsi que la vie microbienne dans les eaux environnantes seront également étudiées.

### Le fleuve Casamance

Les objectifs de la croisière dans le fleuve Casamance au Sénégal sont d'observer les changements dans la vie microbienne dans le continuum fleuve-mer et d'évaluer la pollution plastique dans le fleuve dans ses relations avec la mer.

Le pont de Ziguinchor du fleuve Casamance ne permettant pas au navire de recherche Tara d'aller plus loin dans le fleuve, les scientifiques ont utilisé deux zodiacs pour atteindre les stations scientifiques. Comme dans le fleuve Gambie, nous avons trouvé tellement de débris sur le site d'échantillonnage de la plage de Nikine et sur la rive de la rivière Karabane que nous avons arrêté de trier les débris (environ 20 kg) après seulement 25m. Il est intéressant de noter que nous avons trouvé relativement peu de microplastiques lors de l'échantillonnage dans la rivière avec un filet manta. Nous avons observé une forte pollution par les débris macroplastiques localisée à proximité des villes avec peu d'extension à la rivière, et une pollution microplastique relativement faible du fleuve Casamance.

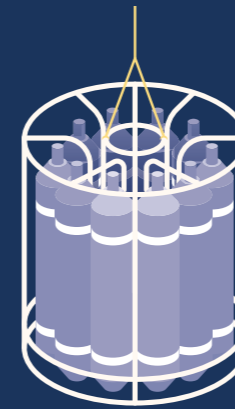
### La zone d'upwelling au large du Sénégal

Durant le leg entre Banjul et Dakar, les scientifiques ont échantillonné la zone d'upwelling au large du Sénégal dans le cadre d'une collaboration avec l'IRD, qui étudie régulièrement cette zone très productive soutenant l'économie de la pêche locale. Plusieurs stations ont été effectuées le long de transects de la côte vers le large durant la saison pre-upwelling (juillet/août) afin d'étudier les communautés en présence avant la saison d'upwelling (décembre/janvier). La campagne IRD complètera les prélèvements de Tara aux mêmes stations, et en intégrant les protocoles omiques de la mission microbiomes. Cet échantillonnage avait deux objectifs principaux: caractériser l'état du microbiome marin en période «pré-upwelling», mais aussi caractériser l'OMZ (oxygen minimum zone) (~100m) rencontré dans cette zone au large des côtes du Sénégal. Plusieurs de ces zones d'oxygène minimum ont été échantillonnées par Tara durant la mission au large de l'Afrique du Sud et de la Namibie, et aussi sous le dôme de Guinea. Cette collaboration étroite avec l'IRD permettra de mieux comprendre l'évolution des communautés planctoniques soutenant les stocks de pêche dans la région, avant et durant les périodes d'upwelling, et permettra aussi d'étudier leur évolution sous l'expansion des OMZs qui peuvent impacter ces communautés.

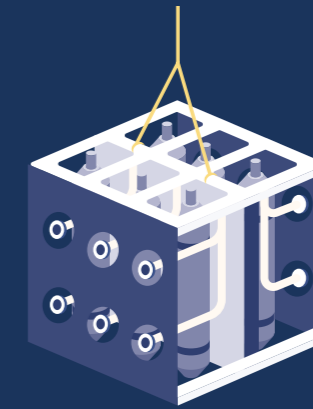


## Tara un bateau laboratoire

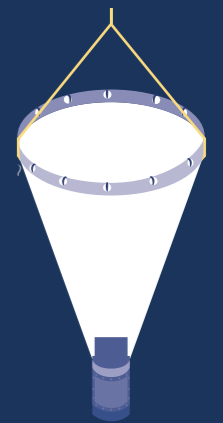
### Les outils pour échantillonner



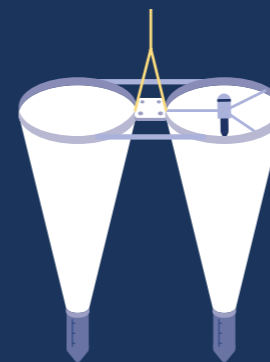
la rosette CTD



la rosette géotrace



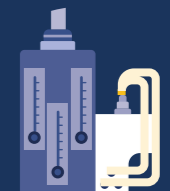
le deck net



le filet régent



le filet manta



le decati



la bow pole

**Les 5 filets** ont différentes tailles de maille pour capturer différentes espèces. Afin de connaître la composition de la colonne d'eau, les filets sont plongés à 200 mètres de profondeur et remontent jusqu'à la surface, capturant ainsi les organismes pendant leur remontée.

- 20 micron (phytoplancton)
- 200 micron (zooplancton)
- 680 micron (larves de poisson et petits poissons)
- 330 microns filet "Manta" (principalement utilisé pour récolter les plastiques en surface)
- 5 micron filet sur le pont pour filtrer l'eau de la rosette

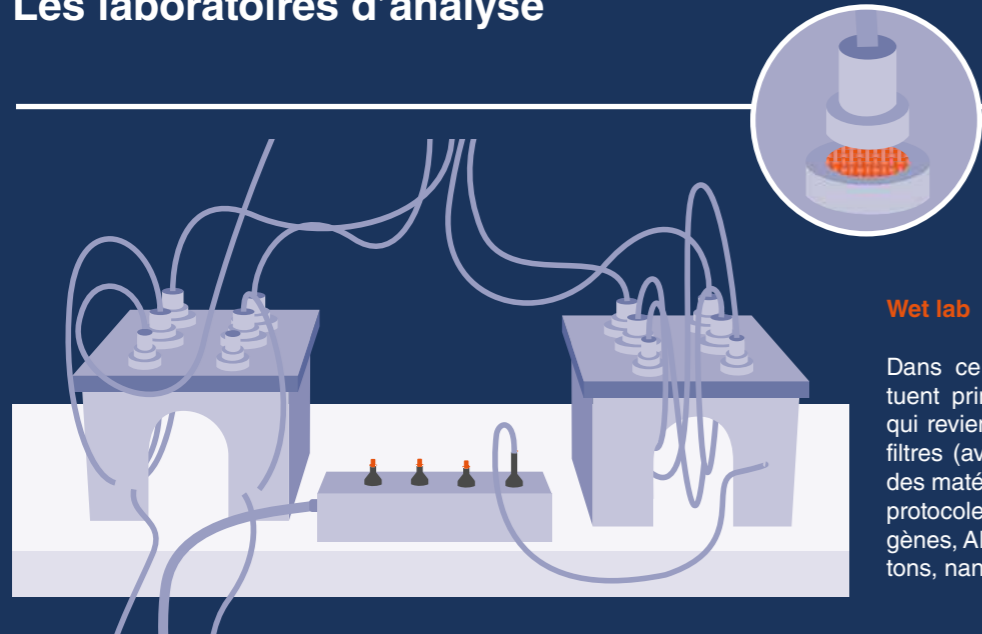
**Les deux rosettes** peuvent échantillonner jusqu'à 1000 mètres de profondeur. Grâce aux bouteilles niskin, elles effectuent des prélèvements à différentes profondeurs pour caractériser la colonne d'eau. En plus d'échantillonner, la rosette CTD a de nombreux capteurs (salinité, température, oxygène).

**La bow pole** permet d'analyser les métaux traces dans l'atmosphère et dans l'eau.

**La pompe à air** capture les aérosols grâce à des filtres changés 3 fois par jour.

**Le decati** analyse l'air et les aérosols en permanence.

## Les laboratoires d'analyse



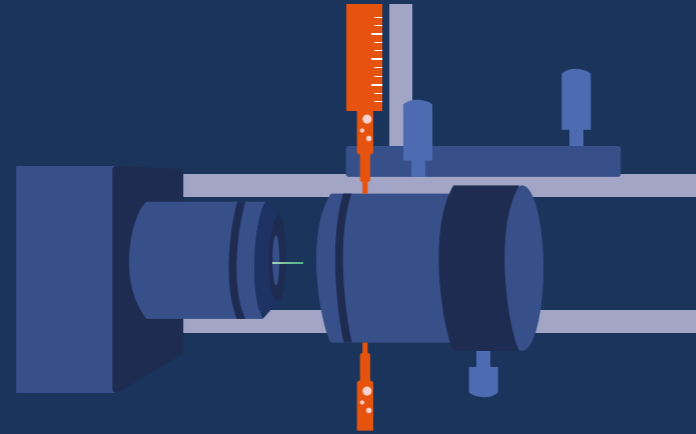
### Wet lab

Dans ce laboratoire, les scientifiques effectuent principalement de la filtration de l'eau qui revient de la rosette. Ils utilisent différents filtres (avec des mailles plus ou moins fines, des matériaux différents) et réalisent différents protocoles afin de filtrer différents éléments : gènes, ARN, protéines, phytoplanctons, planctons, nanoplastiques...

### Sorting lab

Ce laboratoire permet de « trier » les échantillons et de faire un inventaire des espèces présentes ainsi que des pollutions.

- **Flow cam** : le flow cam réalise une imagerie du plancton. Lorsqu'on passe un échantillon qui provient d'un filet dans le flow cam, il va faire des photos de tous les organismes présents dans l'échantillon. Cela permet de réaliser rapidement des inventaires des espèces présentes par région.
- **Loupe** : grâce aux loupes, les scientifiques réalisent un tri à la main du plastique.
- **Filtration** de tout ce qui provient des filets



### Underway lab

Dans l'Underway lab, une pompe prend de l'eau en continu sous le bateau et la fait passer dans un circuit qui comporte jusqu'à 6 instruments en série pour étudier l'eau :

**SeaBird Scientific TSG** : Instrument de mesure de la température et de la salinité

Instruments optiques :

**ACS** : mesure la concentration de chlorophylle, mesure la taille moyenne des particules et du phytoplancton, cela permet d'estimer les « espèces » de phytoplancton qui domine la communauté

**BB3** : mesure la turbidité de l'eau, les concentrations de phytoplancton et la taille moyenne des particules

**WSCD** : mesure la quantité de matière organique dissoute colorée

**LISST Horizon** : mesure la distribution de taille des particules

**IFCB** : Imaging FlowCytobot pour analyser les communautés de plancton par imagerie en continu

## Conservation des échantillons

### Conservation des échantillons



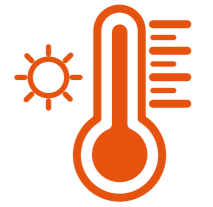
Azote liquide -190°



Congélateur -20°



Réfrigérateur 4°



Température ambiante

### Conditionnement

Eau de mer pure

Eau de mer filtrée

Eau de mer avec un poison

Filtres

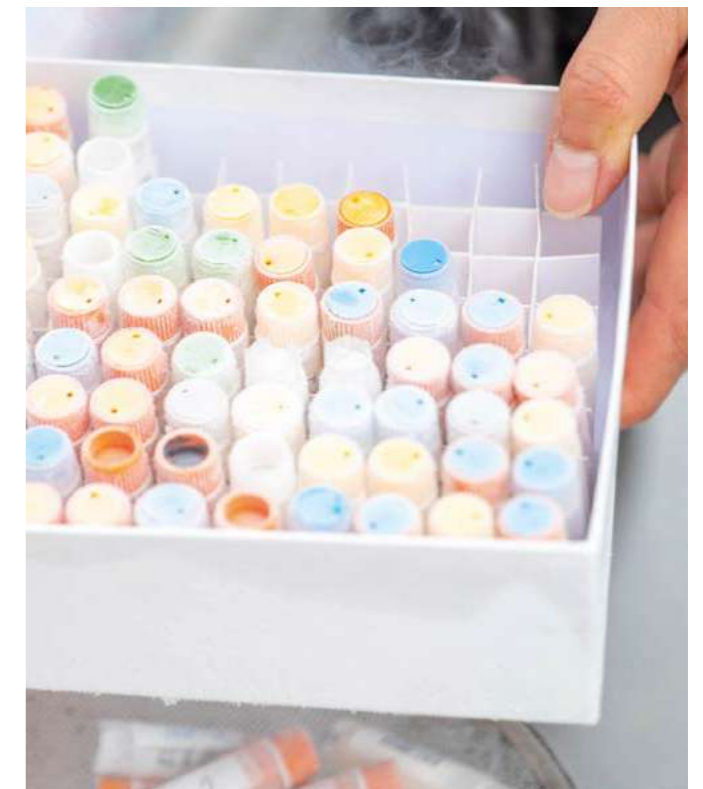
Eau de mer et filtres dans du formol

### Envoi des échantillons

**Envoi des échantillons** : Envoi tous les trois mois avec World courrier au génoscope qui répartit ensuite à tous les laboratoires qui doivent les analyser.

**23 labos analysent de 10 pays différents** : France, Espagne, Argentine, Afrique du sud, Allemagne, Pays Bas, US, Italie, Brésil, Israël.

**Il y a 400 scientifiques impliqués.**



# Partager la culture de l'Océan

Au-delà de la science développée à bord, Tara est aussi un formidable outil de sensibilisation qui permet de rapprocher la science et l'Océan de tous et toutes. En faisant monter à son bord le grand public et les scolaires, la Fondation Tara Océan invite à plonger au cœur de l'Océan dans l'aventure scientifique et humaine de la mission Microbiomes. Si la forêt est reconnue de tous comme indispensable à la vie sur Terre, il doit en être de même pour l'Océan. En s'appuyant sur le travail des scientifiques et des artistes réalisé lors des missions de la goélette, de nouveaux outils de sensibilisation et des moments de rencontres sont proposés pour permettre au public d'explorer sous un nouvel angle l'Océan afin de comprendre pourquoi il est la clef de la vie sur Terre.

**17**  
escales de sensibilisation



près de  
**3 000**  
visiteurs publics

**13**  
conférences avec plus de  
**800**  
participant·es

**8**  
projections de films avec plus de  
**500**  
spectateur·ice·s

près de  
**6 000**  
scolaires

plus de  
**100**  
associations rencontrées



**2 000**  
classes,  
**50 000**  
élèves ont suivi la mission depuis la France



# Les artistes de la mission Microbiomes

Pour explorer et partager, chaque mission de la goélette se veut un regard croisé entre les artistes, les scientifiques et les marins. La Fondation Tara Océan n'est pas seulement porteuse de connaissances scientifiques à travers ses expéditions, c'est aussi un lieu de résidence artistique.

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. Mais 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. À bord de la goélette, ils observent et réécrivent, selon leur sensibilité et leur imagination, la richesse de l'Océan, la recherche, la vie quotidienne à huis clos. Tara a quitté son port d'attache le 12 décembre 2020 et rentrera le 15 octobre à Lorient. 10 artistes se sont succédé pendant la mission microbiomes, 6 lauréats de l'appel à résidence ainsi que 4 autres artistes des pays traversés.



**Leslie Moquin**  
Artiste visuel

16 août 2021 au 8 septembre 2021  
de Fort de France à Macapa



**Manon Lanjouère**  
Artiste visuel

12 octobre 2021 au 9 novembre 2021  
de Salvador de Bahia à Rio de Janeiro

À bord de Tara je suis partie en quête du Rayon Vert : un phénomène physique parfois considéré comme chimérique voire mystique. Il se manifeste sous la forme d'un flash vert irradiant l'horizon aux premières secondes du levé ou aux derniers instants du coucher du soleil. Le farouche éclair ne s'est pas montré lors de mon embarquement, ou du moins il ne s'est pas laissé voir. Mais, plus que sa capture, c'est avant tout sa poursuite qui était en jeu et dont je documente le processus.

Moins bien connu encore que la surface du sol lunaire ou martien, le projet tentera de lever le linceul sur ce peuple de l'eau, peuple de l'ombre. Comme l'eau que l'on se projette au visage, « Les particules » souhaite réveiller cette énergie de voir, transformant le regard en une action claire et facile conduisant à une réelle prise de conscience. Avec l'image créatrice, je me propose de donner une nouvelle forme au monde détruit de demain en réinventant sa structure : les matériaux plastiques deviennent la nouvelle forme représentative des microbiomes.

[Découvrir les artistes](#)



**Antoine Bertin**  
Artiste sonore

28 novembre au 30 décembre 2021  
de Buenos Aires à Ushuaïa

À bord de *Tara*, Antoine utilise les données collectées pendant la mission microbiome comme matière première pour la composition de méditations sonores sur les micro-organismes marins. Ce processus de traduction d'informations numériques en son s'appelle la sonification. Elle lui permet de révéler à nos oreilles les variations, les rythmes et les conversations du phytoplancton. En croisant ainsi recherche scientifique, coding créatif et composition musicale, l'objectif d'Antoine est de créer une série d'œuvres explorant l'intelligence du bloom de phytoplancton.



**Irene Kopelman**  
Artiste visuel

11 juillet au 16 août 2022  
de Pointe Noire à Banjul

Irene Kopelman est originaire d'Argentine, elle s'est installée aux Pays-Bas en 2002 pour participer à une résidence à la Rijksakademie van Beeldende Kunsten, à Amsterdam. Sa pratique interdisciplinaire implique une collaboration à long terme avec plusieurs institutions de recherche. « À Tara, je travaille avec les images générées par un instrument appelé Flow Cam, qui transforme des échantillons d'eau de mer en images bidimensionnelles par le biais d'un ordinateur, des milliers d'images d'un échantillon condensé collecté en mer. L'immensité de l'Océan en un minuscule échantillon dans lequel on peut trouver des milliers d'échantillons avait capté mon attention. »



**Giulia Grossman**  
Vidéaste

16 août au 4 septembre 2022  
de Banjul à Dakar

Giulia Grossman est réalisatrice. En combinant l'approche ethnographique à celle du cinéma, ses films témoignent d'une démarche d'accueil, de porosité au contexte qui en font des projets éminemment expérimentaux. En filigrane, chacun de ses films questionnent notre manière d'habiter la terre en mettant en relation l'Homme à l'espace qui l'environne. "Zero to infinity nous donne accès à la part imperceptible de l'océan, sa matière, sa composition, ce qui n'est pas visible par l'œil humain. Le spectateur est baigné dans un univers indéfini qui déboussole notre relation au visible et à l'invisible dans ces paysages océaniques vertigineux. Tourné sur l'océan Atlantique et dans les laboratoires qui étudient l'eau, nous passerons de l'immensité de l'horizon à l'abstraction des vues au microscope."

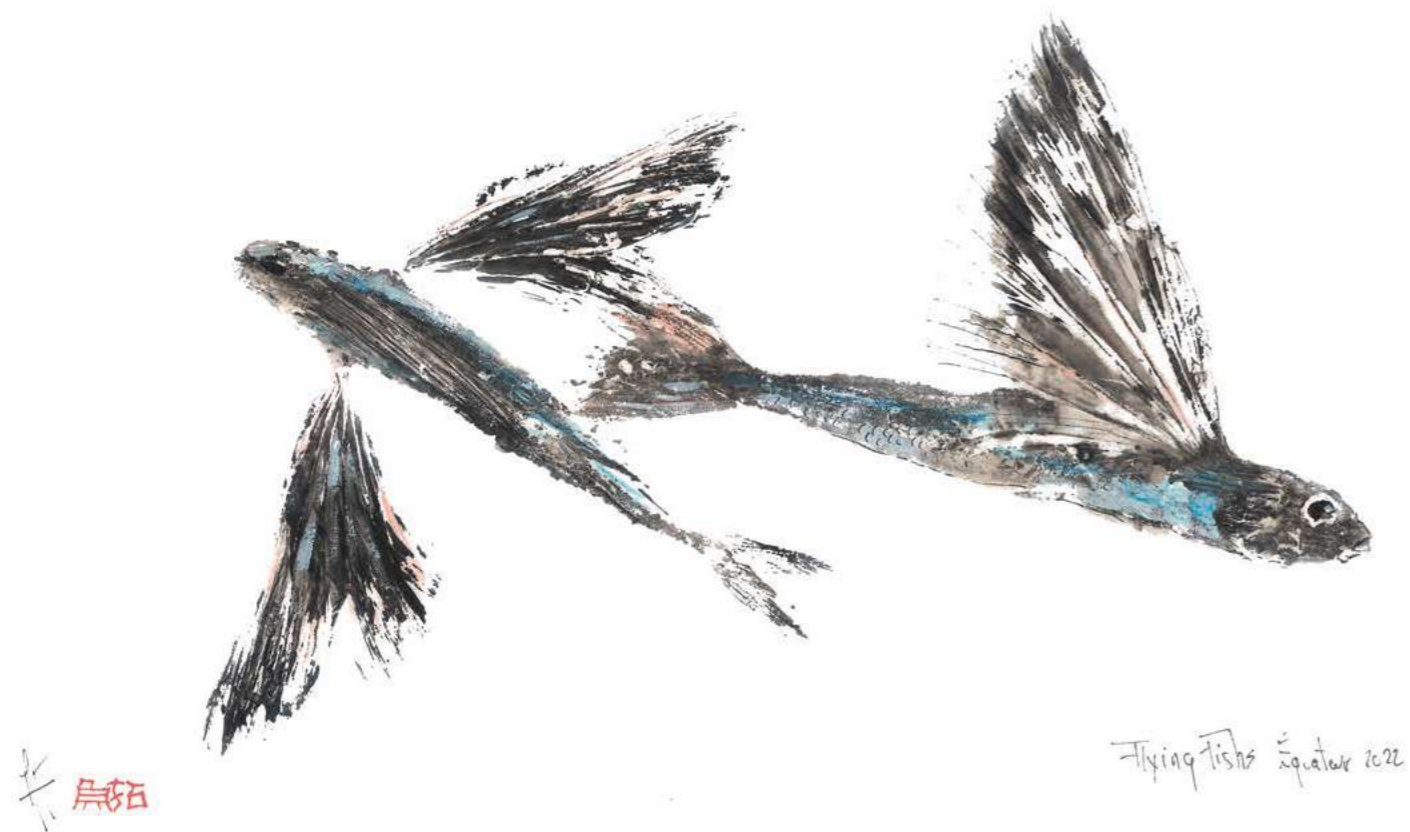


**Lara Tabet**  
Artiste visuel

12 septembre au 4 octobre 2022  
de Dakar à Lisbonne

Lara Tabet est médecin biologiste et artiste plasticienne. Son travail à l'intersection entre photographie, biologie et environnement est ancré dans la recherche et l'expérimentation. Elle est particulièrement intéressée par l'interaction entre la matière photographique et l'élément biologique tout en questionnant les frontières poreuses entre la grammaire numérique et son contrepoint argentique. Elle utilise des techniques photographiques anciennes ainsi que les nouvelles technologies de l'image et de la biologie synthétique afin d'explorer cet élan de classifier le vivant et la tension entre le bio-politique et le bio-poétique. "Je voudrais utiliser la technique photographique d'impression au sel pour créer un atlas qui répertorie les formes de vie marine rencontrées sur notre chemin."





Le Gyo-taku est une technique ancestrale japonaise utilisée par les pêcheurs et les scientifiques au 19ème siècle . Elle consiste à immortaliser un poisson sur une feuille de riz à l'aide d'encre de Chine ou de peinture à l'eau . J'ai découvert et adopté cette pratique durant nos différents passages au Japon avec Tara . Elle me permet de manière artistique de mettre en valeur ce monde merveilleux de l'Océan souvent méconnu du grand public et pourtant indispensable à l'avenir de nos écosystèmes marins.

**François Aurat · marin et artiste**



## La Fondation Tara Océan tient à remercier

l'intégralité des personnes qui ont permis à la mission Microbiomes de voir le jour : équipe à terre, en mer et scientifique qui ont collaboré main dans la main pendant près de deux ans pour réaliser cette expédition

### Équipe en mer

Samuel Audrain, Martin Hertau, Carole Pire, Léo Boulon, Sophie Bin, Nicolas Bin, Yves Tournon, Jonathan Lancelot, Paul Marre, Rémi Poizat, Loïc Caudan, David Monmarché, François Aurat, Louis Wilmotte, Alain Prieur, Mathieu Oriot, Laurent Rogniaux, Baptiste Regnier, Jimmy Le Floch.

### Équipe à terre

Etienne Bourgois, Romain Troublé, Anne Ghuysen, Marie-Sophie Bienfait, Carole Balducci-Helfer, Camille Lextray, Déborah Rousel, Marine Prost, Myriam Thomas, Marilou Bourdreux, Mila Nicola, Véronique Vezin, Laure-Emmanuelle Thiébault, Brigitte Sabard, Pascaline Bourgain, Maëlla Le Picard, Marine Cornuault, Clémentine Moulin, Aliénor Bourdais, Juliette Schramm, Thomas Linkowski, Thierry Mansir, Jean Collet, Romy Hentinger, André Abreu De Almeida, Henri Bourgeois Costa, Martin Alessandrini, Sylvie Duboué.

### Équipe scientifique

David Le Guen, Anna Oddone, José-Miguel Moll Kraft, Josep-María Erta Montejo, Douglas Couet, Miléna Cerda, Céline Dimier, Eric Pelletier, Rodrigo Torres, Emilio Alarcón, Camila Fernandez, Léa Olivier, Natalia Torres-Rodriguez, Stéphane Pesant, Nils Haëntjens, María Paula Huber, Andrea Santarosa Freire, Helena Cruz de Carvalho, Andréa Green Koettker, Alessandra Gomes, Xiomara Franchesca Garcia Diaz, Rubens Mendes Lopes, Pedro Junger, Alison Palmer Chase, Érica Caroline Becker, Samuel Chaffron, Constanze Kuhlisch, Flora Vincent, Morgane Ratin-Coz, Michel Flores, Emmanuel Boss, Lee Karp Boss, Gleice de Souza Santos, Alessandro Tagliabue, Nastassia Patin, Guillaume Bourdin, Chris Bowler, Rémi Laxenaire, Cora Hörstmann, Clara Trelu, Giancarlo Bachi, Ndamonoghenda Mateus, Emma Rocke, Yi-Ting Ho, Thomas Leeuw, Nicole Dames, Thulani Makhalanyane, Mathilde Bourreau, Mancha Mabaso, Charlotte Begouen Demeaux, Suzana Nicolau, Damaría Ardène Boussiengué, Louis Caray, Roland Ngomo, Antonella Ruggiero, Jean-François Ghiglione, Karine Lebaron, David Leistenschneider, Eloïse Trabut, Noé Poffa, Ange Bouramanding Diedhiou, Leila Meistertzheim, Edouard Lavergne, Timothée Brochier, Muguette Allegre, Hugo Sarmento, Alejandro Maass, Stéphane Pesant, Daniele Iudicone, Colomban de Vargas, Gilles Reverdin, Lionel Guidi, Fabien Lombard, Marc Picheral, Stéphanie Kandels, Patrick Wincker, Chris Bowler.



EMBL



*agnès b.*



Capgemini engineering



L'ORÉAL BIOTHERM



[fondationtaraoccean.org](http://fondationtaraoccean.org)

