

Les Savanturiers

n°1

En mission avec les scientifiques du CEA

Sommaire :



Un monde à découvrir

L'océan et sa biodiversité

Pages 2-3



Voyage d'un échantillon

Du prélèvement au labo

Pages 4-5



Interviews

4 explorateurs racontent

Pages 6-7



Jeu

Mène l'enquête sur Tara

Page 8

Édito :

Vous qui avez dévoré les romans de Jules Verne, qui aimez les livres et les films d'aventures, ce nouveau magazine est pour vous ! Son objectif ? Mettre en lumière celles et ceux qui, dans leur laboratoire, mais surtout sur le terrain travaillent, explorent, parcourent la planète (et les autres ?) pour une meilleure connaissance du monde qui nous entoure. Car, aujourd'hui encore, il existe des mondes mal connus, comme cet océan que la Mission Tara a exploré pendant près de 2 ans pour en découvrir les secrets. Comme les pôles qui nous révèlent les climats du passé, le LHC, à la recherche de la particule manquante, le fameux Boson de Higgs, ou encore la planète Mars... Les Savanturiers, chaque trimestre, démontreront que la science est une aventure qui a encore de nombreux chapitres à écrire !

Tara Oceans ou l'énigme du plancton marin !

Alors qu'il recouvre plus des deux tiers de la planète, l'Océan reste encore le milieu le moins connu de tous. Que savons-nous des organismes qui le peuplent ? Combien de nouvelles espèces allons-nous trouver ? Comment le plancton s'adapte-t-il à son milieu et aux changements climatiques ?



Tara a sillonné tous les océans du monde afin de procéder au plus grand inventaire jamais réalisé sur le plancton marin, ces êtres vivants microscopiques qui se laissent dériver avec le courant.





Goélette Tara

- 36 mètres de long
- 120 tonnes
- 15 personnes à bord
- 938 jours
- 115 000 km
- 50 escales
- 42 pays traversés
- 154 stations de prélèvement

© Tara Expéditions.

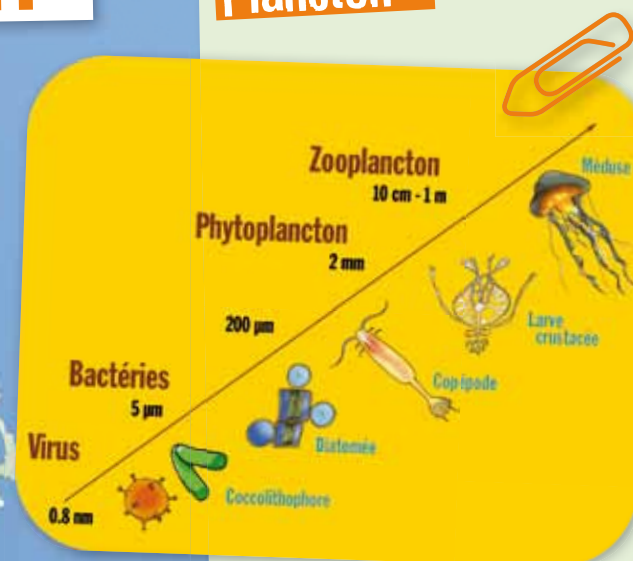
Tara Oceans

Depuis sept ans, le projet Tara Expéditions organise des missions à bord de cette goélette. La dernière en date, Tara Oceans, a débuté en septembre 2009. Pour explorer la diversité et évaluer la concentration du plancton, des centaines de prélèvements ont été réalisés. Leur analyse permettra d'étudier l'effet du réchauffement de la Terre sur les systèmes planctoniques et coraliens, ses conséquences sur la vie marine et donc la chaîne alimentaire. Elle devrait aussi aider à mieux comprendre l'origine de la vie sur Terre. Enfin, **le plancton représente une ressource de biomolécules potentiellement intéressante pour la chimie verte, l'énergie ou encore la pharmacie.** Les recherches basées sur les données recueillies s'étendront sur 10 à 20 ans !

Un monde à découvrir : l'océan



Plancton



Le plancton marin comprend d'innombrables espèces, allant des virus et bactéries à des organismes plus gros comme des larves de poisson ou des méduses. Omniprésent dans les océans, des mers polaires à l'équateur, des profondeurs jusqu'en surface, c'est le seul écosystème qui soit vraiment présent partout à la surface de la Terre. C'est un élément clé de la survie de milliers d'autres espèces : poissons, mammifères marins... Il produit 50 % du dioxygène de l'atmosphère et absorbe près de la moitié du dioxyde de carbone, jouant un rôle important dans la régulation du climat. Enfin, c'est un gisement de fossiles inégalé : les sédiments qu'il génère permettent de remonter au temps des premiers océans et de comprendre l'histoire de la biosphère. Pourtant, c'est encore un mystère : les premières analyses mettent en évidence que 60 à 80 % des gènes qui le caractérisent étaient jusqu'à maintenant inconnus !

Lexique :

Densité : rapport de la masse d'un corps à son volume, aussi appelée la masse volumique.

Chimie verte : née aux Etats-Unis à la fin des années 90, la chimie verte doit concilier deux enjeux : produire beaucoup plus de nourriture, de médicaments, d'eau potable et d'énergie, en consommant beaucoup moins et en protégeant l'environnement.

Océanographie

L'océan, un milieu archi-dynamique !

Les océans représentent 2/3 de la surface du globe et près de **1,4 milliard de km³** d'eau. Une masse qui n'est pas uniforme des pôles à l'équateur ni en profondeur. Question physique, l'océan ressemble à un oignon ! Une succession verticale de couches de plus en plus lourdes de la surface jusqu'aux fonds océaniques. Pourtant, si l'on épluche ses caracté-

ristiques physico-chimiques, pas de quoi pleurer... C'est juste une question de **densité**, un paramètre qui varie en fonction de la salinité, de la température et de la profondeur.

Quand le courant passe...

Si le vent engendre des courants de surface, la variation de densité en génère de plus puissants en profondeur, comme le Gulf Stream. Ce « tapis roulant » part de l'Atlantique nord. Les eaux froides et salées, plus lourdes, s'enfoncent en profondeur puis émergent dans l'océan Indien et le Pacifique. Réchauffées, elles repartent

vers l'Atlantique. Avec en moyenne 3 à 4 km par jour, le circuit dure environ **1 000 ans** !

Entre l'océan et l'atmosphère, une relation durable

Les courants océaniques transportent environ **40 %** de la chaleur de l'atmosphère depuis l'équateur jusqu'aux pôles. Mais les échanges ne s'arrêtent pas là ! L'océan « pompe » le dioxyde de carbone (CO₂) de l'air, le principal gaz à effet de serre. Atmosphère et océan, deux partenaires indissociables du climat, unis pour le meilleur... et pour le pire !

En savoir +

• Une exposition « Rencontres sauvages - 40 ans d'explorations sous-marines » à l'Aquarium de la Porte Dorée, à Paris visible jusqu'au 11 novembre 2012.

• Un dossier complet sur le climat sur http://www.cea.fr/jeunes/themes/le_climat/le_climat/la_machine_climatique_-_2eme_partie



Voyage d'un échantillon

Tara en station de prélèvement



© S. Nicaud/CEA/Tara Expéditions pour toutes les images du bateau.

Des équipements sur mesure

Glider



Ce sous-marin, d'1,5 m de long et de 21 cm de diamètre, est commandé à distance par GPS. Il peut effectuer des mesures sur un plan horizontal ou vertical.

Filet



Les filets de différents maillages sont mis à l'eau pour recueillir le plancton suivant sa taille, de 20 à 1 000 μm .

Rosette



Cet appareil porte différents types de capteurs physico-chimiques, pour mesurer la température, la conductivité (la salinité), etc. 10 bouteilles prélèvent de l'eau à certaines profondeurs prédéfinies.

GPSS



Le GPSS (Gravity Plankton Sieving System) a été spécialement conçu pour le projet Tara Oceans pour récupérer le plancton qui fait entre 5 et 20 μm .

Filtration du plancton sur membranes



Le plancton piégé sur la membrane est conservé dans de l'azote liquide à -196°C .

Salle des séquenceurs



Pour chaque filtre, on extrait l'ADN de tous les micro-organismes. La plateforme de séquençage génère en moyenne 50 milliards de bases par jour.

Lexique :

ADN : Acide DésoxyriboNucléique.

ARN : Acide RiboNucléique.

Base : partie informative de l'ADN.

Il existe 4 types de bases : thymine (T), cytosine (C), adénine (A) et guanine (G). La succession des bases le long de la molécule d'ADN constitue la séquence.

Protiste : organisme vivant unicellulaire à noyau.

Station : point de prélèvement en pleine mer.

Séquençage : détermination de la séquence des gènes, voire des chromosomes, voire d'un génome complet.

μm : micromètre. $1 \mu\text{m} = 10^{-6}\text{m} = 0,001\text{mm}$

En savoir +

• Visite en vidéo du Genoscope : <http://www.docsciences.fr/Video-Visite-guidee-du-centre-Evry>

• Une vidéo de l'extraction de l'ADN de la banane : <http://www.docsciences.fr/Extraire-l-ADN-de-la-banane>

Du prélèvement... à l'analyse



Interviews

La mission Tara Oceans, c'est la rencontre de différentes disciplines scientifiques, d'hommes et de femmes de plusieurs pays. Autant de profils et de compétences qui font la richesse de ce projet. Tel un **bloom** marin, toutes les conditions sont réunies pour faire avancer notre connaissance du monde qui nous entoure.

Mathieu Marin-plongeur sur Tara

« L'océan, un terrain propice à l'aventure »

Les Savanturiers : Comment avez-vous atterri sur le pont de Tara ?

Mathieu : Je suis plongeur scientifique. Je travaillais à la station biologique de Roscoff pour une étude de terrain sur les algues brunes. C'est là que j'ai appris le lancement du projet Tara Oceans. Voguer sur l'ex-Antarctica de **Jean-Louis Etienne** était mon rêve ! J'ai passé mon diplôme de la marine marchande pour pouvoir monter à bord.

Les Savanturiers : Et sur Tara, quel était votre rôle ?

Mathieu : J'ai été embauché sur les étapes où il y avait des études sur

les coraux. J'étais à la fois marin et responsable des plongées, tant au niveau logistique, administratif que du point de vue de la sécurité. Sur Tara, nous sommes un peu comme le plancton, le premier maillon d'une longue chaîne.

Les Savanturiers : Qu'est-ce qui vous plaît dans ce travail ?

Mathieu : Travailler sur le terrain, être au contact de la mer, voyager. Je suis aussi passionné par toutes les questions de biologie marine. C'est ma curiosité qui m'a poussé à la polyvalence !

Formation :

- Secouriste BNSSA
- Plongeur professionnel
- Marin de commerce
- Master des sciences de la mer et du littoral



© DR.

Sophie Ingénieur biologiste, communicante

« Faire travailler ensemble des chercheurs issus de disciplines scientifiques différentes, une démarche pionnière ! »

Les Savanturiers : Vous avez participé à la pêche au plancton sur Tara ?

Sophie : Oui, j'ai eu la chance de partir pendant 5 semaines sur la goélette, l'été dernier, quand elle était en Polynésie française.

Les Savanturiers : Ah, trop dur !

Sophie : C'est vrai, les escales étaient magnifiques et les rencontres extraordinaires. Mais le travail à bord est intense. Ce n'est pas non plus évident de manipuler avec le roulis du bateau. Ça change de nos paillasse bien ancrées dans le sol.

Les Savanturiers : Qu'est-ce qui vous a marqué le plus dans cette expérience ?

Sophie : Je trouve génial d'avoir pu réunir autant de spécialistes de disciplines différentes et d'être arrivé à les faire travailler ensemble. C'est un véritable défi scientifique et humain à la fois. Le pari lancé par Eric Karsenti et Etienne Bourgeois, les deux co-directeurs de Tara Oceans, a été relevé haut la main !

Formation :

- DESU de biologie (Diplôme d'études supérieures universitaires)
- Doctorat Interactions moléculaires plantes-micro-organismes (anciennement DEA)
- Master de journalisme scientifique (anciennement DESS)



© DR.

Lexique :

Bloom : prolifération épisodique de plancton lorsque les conditions de croissance (température, lumière, sels minéraux) sont optimales. Ces concen-

trations de phytoplancton se repèrent par des couleurs différentes visibles sur les cartes satellites.

Jean-Louis Etienne : médecin explorateur, le 1^{er} à atteindre le pôle Nord en solitaire. <http://jeanlouisetienne.com>

Suite binaire : suite de 0 et 1 qui code le langage machine en informatique.
Téraoctet : 10¹² octets = 1 000 milliards d'octets. L'octet est l'unité de mesure des données informatiques.

Nathalie

Technicienne en biologie moléculaire au Genoscope

« L'enquête continue dans les laboratoires à terre »

Les Savanturiers : À quoi ressemblent les échantillons que vous réceptionnez ?

Nathalie : À des longs tubes plastiques assez fin. Chacun contient une membrane sur laquelle a été filtré et fixé le plancton d'une certaine taille. Nos congélateurs contiennent près de 2 000 échantillons « Tara ». Environ un millier a déjà été analysé.

Les Savanturiers : Pourquoi n'étudiez-vous que le plancton d'une certaine taille ?

Nathalie : Notre laboratoire s'intéresse particulièrement à une catégorie de plancton microscopique peu connue et qui, pourtant, joue un rôle important puisqu'elle est responsable de 50 %

de l'absorption du CO₂ et 50 % de l'émission de dioxygène dans l'atmosphère. Ce sont les protistes, des organismes vivants unicellulaires à noyau.

Les Savanturiers : Comment vivez-vous cette mission au laboratoire ?

Nathalie : C'est un défi technique, car chaque échantillon ne réagit pas pareil. Il faut s'adapter, ça met du piment dans notre travail ! Et c'est aussi très excitant de chercher à savoir ce que vont révéler ces échantillons. On s'attend à trouver un grand nombre de nouvelles espèces et de gènes dont la fonction est inconnue. L'enquête menée sur Tara continue à terre.

Formation :

- BTS d'analyses biologiques
- Maîtrise de Biochimie option biologie moléculaire et génétique



© DR.

Patrick

Responsable du projet au Genoscope

« Un projet qui n'aurait pas existé sans les dernières avancées technologiques »

Les Savanturiers : Que devient l'échantillon de plancton après le séquençage ?

Patrick : Comme le morse traduit les mots en suite de points et de traits, notre échantillon « physique » devient « numérique », sous forme de **suites binaires**. Une fois cette opération effectuée, les bio-informaticiens de mon équipe peuvent analyser, comparer un très grand nombre de séquences d'ADN à la fois.

Les Savanturiers : Faut-il des ordinateurs super puissants pour analyser tous les échantillons de Tara ?

Patrick : Oui, nous avons recouru à des supercalculateurs car le séquençage génère des masses considérables de données. Rien que les 3 premières stations analysées en ont généré 2 **téraoctets**.

Les Savanturiers : Qu'apportera cette étude génétique ?

Patrick : De nombreuses surprises : de nouvelles espèces et de nouveaux gènes. Des gènes qui permettront peut-être de trouver de nouvelles molécules pour guérir, qui seront utiles pour la chimie verte... La bio-informatique, c'est aussi un travail de pionnier !

Formation :

- Doctorat de Biologie moléculaire (anciennement DEA)
- Thèse en génomique
- Post-doctorat



© L. Godart/CEA

Les news

Le tour des océans est bouclé !

Tara rentre au port après 2 ans et demi d'expédition sur toutes les mers du globe. Lorient, son port d'attache, a accueilli la goélette « en grandes

pompes » le 31 mars dernier. Pendant ce tour du monde, ce sont 154 stations de prélèvement d'échantillons qui se sont succédées, soient près de 40 000 échantillons biologiques et physico-chimiques récoltés. L'analyse du plancton, l'océan et la climatologie continue à terre. Les scientifiques en auront au moins pour une bonne dizaine d'années à décortiquer toutes ces données ! To be continued...



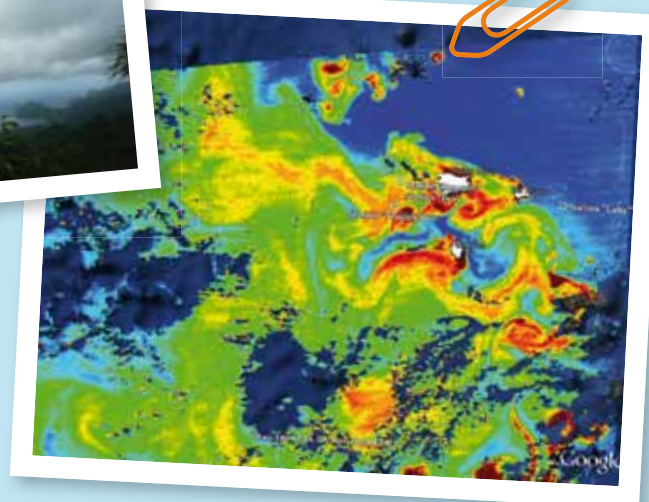
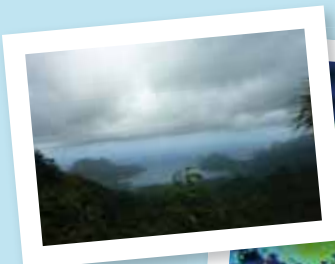
© S. Nicaud/CEA/Tara Expéditions.

A la recherche du bloom perdu

Vous avez embarqué sur la goélette Tara à Papeete, en Polynésie française. Embauché(e) comme océanographe, vous secondez le chef scientifique à bord. En plein milieu du Pacifique, le capitaine met le cap vers l'île de Nuku Hiva. Votre mission, si vous l'acceptez, est de traquer un bloom en formation et de l'échantillonner.

1 Qu'est-ce qu'un bloom ?

- ▼ Le blues du plancton marin en hiver
- Une prolifération épisodique et localisée de plancton marin
- ★ Un tourbillon qui se forme autour d'un relief sous-marin



© S.Nicaud/CEA/Tara Expéditions.

Le courant sud-équatorial balaye l'île marquisienne de Nuku Hiva d'Est en Ouest. Sur la carte satellite que vous venez de recevoir par mail, une spirale de plusieurs couleurs se forme en aval de l'île.

2 Qu'indiquent ces couleurs ?

- La concentration en chlorophylle et donc la concentration en phytoplancton
- ★ La température de l'eau
- ▼ C'est juste pour faire beau

Arrivée sur le lieu de prélèvement, l'équipe relève les filets et récupère beaucoup d'échantillons.

3 Mais un intrus s'est glissé parmi eux ; à vous de le découvrir :

- Des larves de poisson
- ★ Des crevettes
- ▼ Des diatomées

Une fois débarrassés de ces indésirables, il faut conserver les échantillons jusqu'à la prochaine escale.

4 Comment vous y prenez-vous ?

- Vous utilisez de l'azote liquide
- ▼ Vous les plongez dans du formol
- ★ Vous les séchez et les réduisez en poudre. Au Genoscope, ils les ré-hydrateront !

Dans la cabine, l'ingénieur de pont vous tend une feuille sur laquelle un graphe donne les différents paramètres physico-chimiques relevés par la rosette.

5 Quel paramètre ne présente aucun rapport avec les études océanographiques ?

- ★ La concentration en dioxygène
- La profondeur
- ▼ La concentration en vitamine C

6 Comment mesure-t-on la salinité de l'eau de mer ?

- ★ Par extraction du sel de l'eau de mer
- ▼ En la goûtant
- Indirectement en mesurant la conductivité de l'eau de mer

Résultats : Vous avez une majorité de ● : Vous êtes un océanographe confirmé ! Bravo, la démarche scientifique est acquise et vous avez de bonnes connaissances en océanographie. Vous avez une majorité de ★ : Vous êtes océanographe junior, vous avez quelques notions en océanographie. Vous avez une majorité de ▲ : Vous avez le profil du touriste-voyageur. L'Océan vous attire et vous aimez naviguer... mais pas trop vous poser de questions.

1- / 2- / 3- / 4- / 5- / 6- / 7- / 8- / 9- / 10-

Sites :

Tara Oceans : <http://oceans.taraexpeditions.org/>
Tara Junior : <http://www.tarajunior.org/clubtarajunior/>
CEA : <http://www.cea.fr/>
CEA jeunes : <http://www.cea.fr/jeunes>
Genoscope : <http://www.genoscope.cns.fr/>

Biblio :

Retrouve Tara Oceans dans :

« Le journal d'une scientifique »
de Sophie Nicaud
et Chimène Henriquez
aux Éditions Le Pommier.



Editeur : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, RCS Paris B 775 685 019
Directeur de la publication : Xavier Clément
Rédaction : Sophie Nicaud - Infographies : Sumitta Samair
Ont participé à ce numéro : Nathalie Aiach, Florence Klotz, Lucia Le Clech, Mathieu Oriot, Patrick Wincker
Création et réalisation : NPO* - www.nepasoublier.fr
Imprimé par EMPRIENTE - Septembre 2012

Nous remercions Fabienne Chauvière d'avoir accepté que nous lui empruntions le titre de son émission.