

« Tara »

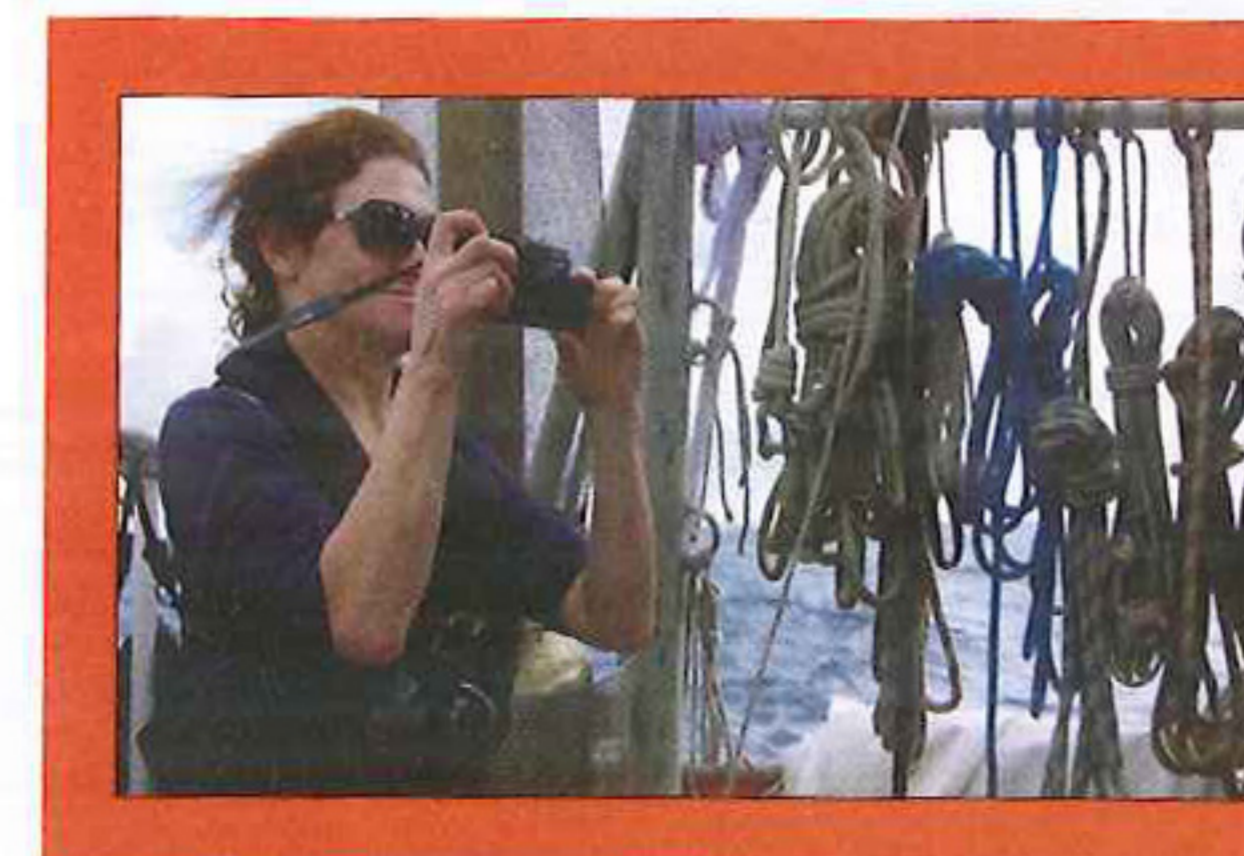
la fin du voyage

L'expédition partie en 2009 explorer les écosystèmes marins se termine. A bord, notre reporter a suivi la campagne de collecte d'échantillons de plancton avec sept scientifiques.

«**Cap Hatteras.** On l'appelle le cimetière de l'Atlantique... et nous filons droit vers lui ! », annonce avec un sourire Daniele Iudicone, océanographe à la Station zoologique Anton Dohrn, à Naples, et l'un des coordinateurs de l'expédition. Partie le 26 janvier du port de Savannah, aux Etats-Unis, la goélette *Tara*, sur laquelle j'ai embarqué la veille, met le cap sur New York, avant-dernière étape de son tour du monde qui lui a fait visiter quatre océans et 42 pays en deux ans et demi. Dès le lendemain, le deux-mâts de 36 mètres rejoint le Gulf Stream, sorte d'énorme fleuve en pleine mer, dont le débit moyen équivaut à 300 fois celui de l'Amazone. La mer a forcé. Le vent qui souffle à 40 nœuds fait se lever des murailles d'eau qui malmènent le bateau. Daniele s'étonne : « Pas un cargo en vue ? C'est pourtant une route

commerciale. » La puissance du Gulf Stream fonctionne en effet comme un tapis roulant sur lequel les navires s'engagent pour gagner de la vitesse. A l'approche du cap Hatteras, le courant devient si étroit et la circulation si dense que les accidents sont nombreux. D'où son nom de cimetière. Cette nuit-là, lorsque je prends mon quart à 2 heures, un dauphin accompagne le bateau. Mais le spectacle le plus étonnant est celui des vagues ourlées d'écume fluorescente. Du plancton. Soudain, un paquet de mer s'abat sur le pont, y abandonnant quelques-unes de ces lucioles marines... C'est justement ce plancton que sont venus traquer les sept scientifiques embarqués pour cette étape et les quelque 130 autres qui se sont succédé à bord de *Tara* depuis son départ de Lorient, en septembre 2009.

Le voilier d'aluminium a ainsi parcouru quelque 115 000 kilomètres pour explorer ce monde invisible, presque totalement inconnu à ce jour. Pourtant, phytoplancton et zooplancton représentent 98 % de la biomasse marine. Le phytoplancton constitue même le deuxième poumon de la planète, à l'égal des forêts tropicales, en produisant la moitié de notre oxygène. Il faut dire qu'il y a du monde dans un millilitre d'eau de mer : 1000 à 100 000 eucaryotes, un à dix millions de bactéries, 100 millions de virus géants, etc. ; soit autant d'êtres minuscules aux effets majeurs. Le plancton, c'est aussi le premier maillon de la chaîne alimentaire des océans. A l'heure du changement climatique, comment va-t-il s'adapter ? La disparition d'espèces va-t-elle entraîner un bouleversement au sein des écosystèmes marins et plus largement dérégler la machine climatique terrestre ? C'est ce que cherchait à savoir Eric Karsenti, directeur d'unité au Laboratoire européen de biologie moléculaire d'Heidelberg (Allemagne), lorsqu'il a pris contact avec Etienne Bourgois, le directeur général de l'entreprise Agnès B et propriétaire de *Tara*. De leur rencontre ●●●



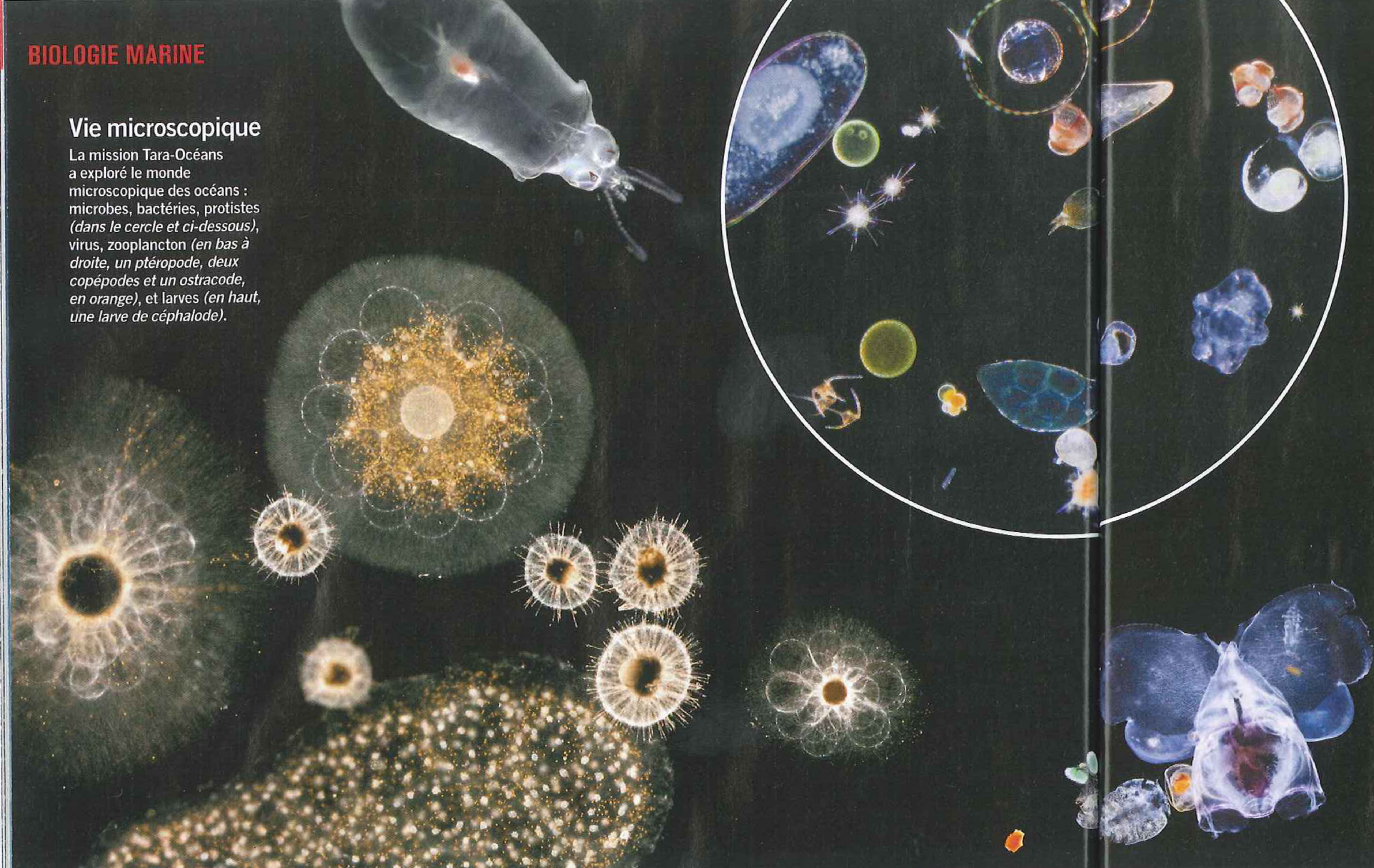
Notre envoyée spéciale Sylvie Rouat a participé à l'avant-dernière étape du tour du monde de *Tara*, entre Savannah et New York. Le bateau doit ensuite rallier Lorient, son port d'attache.

VINCENT HILAIRE - TARA EXPEDITIONS

DAVID SAUVÉUR - TARA EXPEDITIONS

Vie microscopique

La mission Tara-Océans a exploré le monde microscopique des océans : microbes, bactéries, protistes (dans le cercle et ci-dessous), virus, zooplancton (en bas à droite, un ptéropode, deux copépodes et un ostracode, en orange), et larves (en haut, une larve de céphalode).



Coraux : inquiétudes dans l'océan Indien

L'expédition Tara-Océans avait pour deuxième objectif d'inspecter l'état de santé des coraux sur 102 sites de l'océan Indien (Djibouti, Maurice, Mayotte) et du Pacifique (Gambier). Quelque 1500 échantillons en ont été rapportés. Les plongées *in situ* ont déjà permis de prendre le pouls. Aux îles Gambier, par exemple, l'optimisme est de mise, puisque toutes les espèces enregistrées en 1974 ont été à nouveau recensées, à l'exception de *Stylophora pistillata*, un corail branchu sensible aux variations de température. Mieux,

les plongeurs ont découvert dix nouvelles espèces dans cette zone. La situation est bien plus inquiétante autour de Mayotte, dont les coraux présentaient en 2010 le niveau de blanchiment et la mortalité les plus aigus de l'océan Indien, avec plus de 50 % des coraux blanchis et 30 % de mortalité pour les sites les plus touchés. Ce sont les coraux des eaux intérieures et troubles des lagons qui ont le mieux résisté au stress thermique, par opposition à ceux des eaux claires de l'extérieur des lagons.



Francesca Benzoni, coordinatrice scientifique de l'étude des coraux, dans l'océan Indien, en juin 2010.

« Tara » : trois ans de périple scientifique

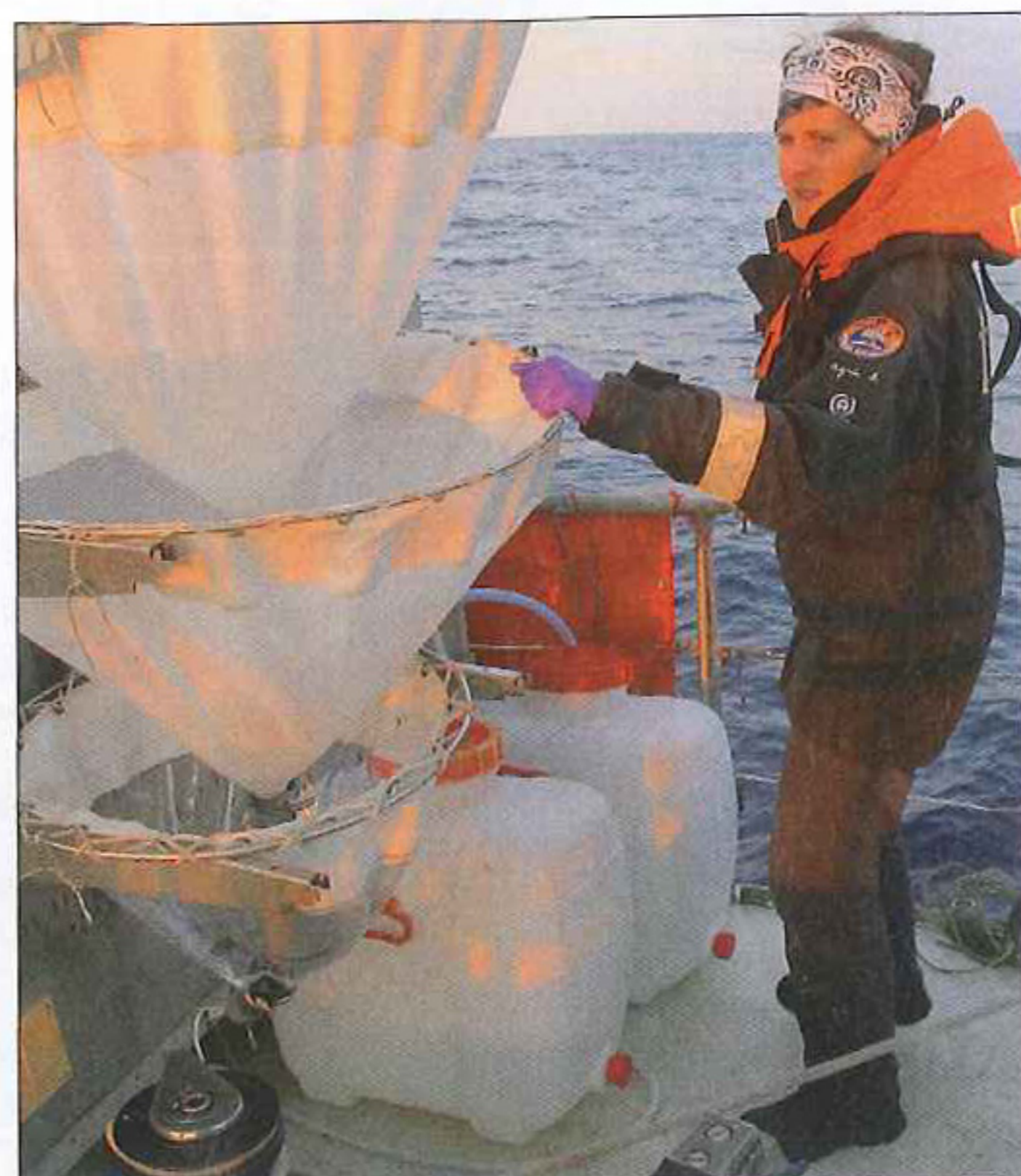
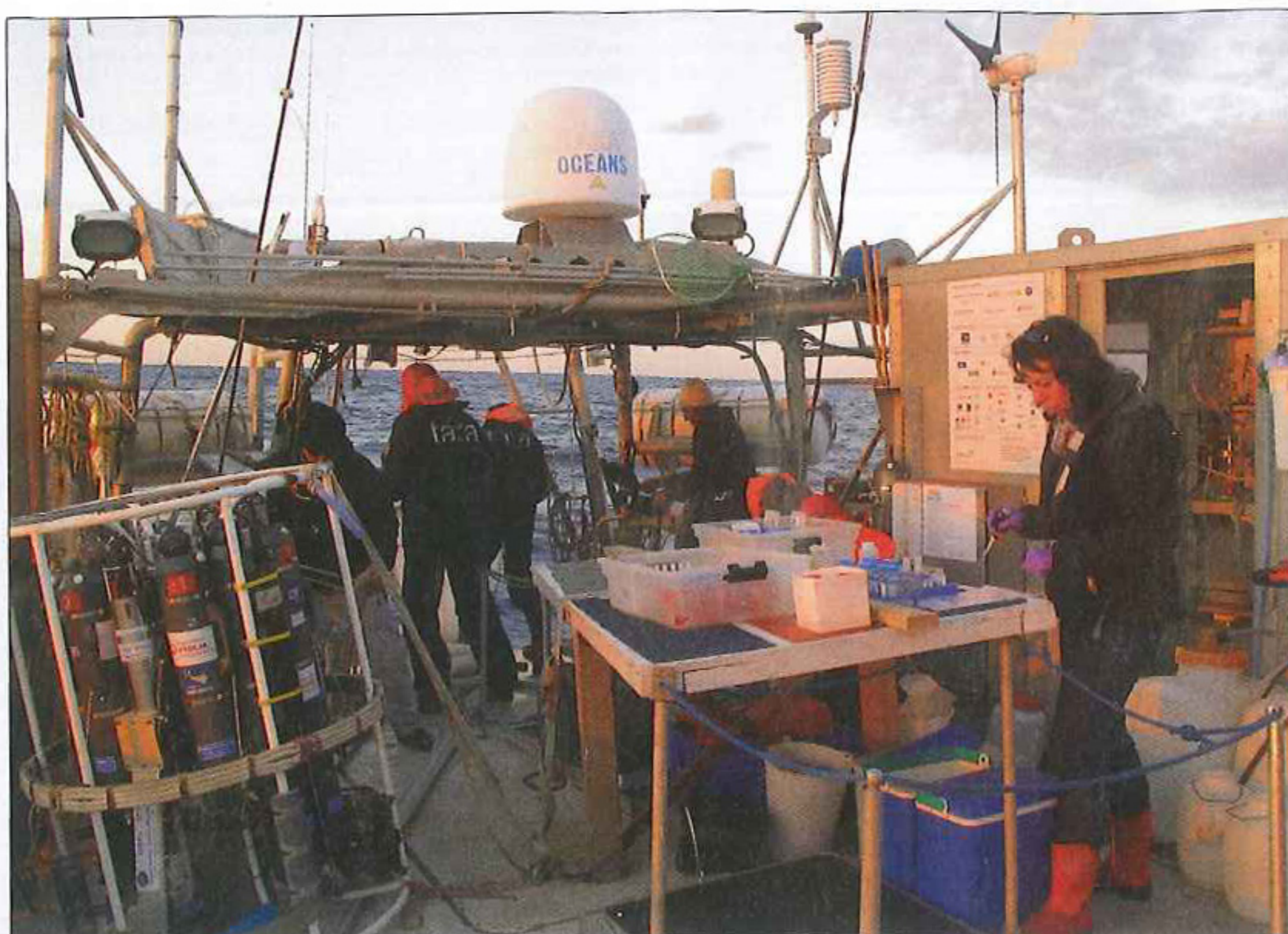


est née l'expédition Tara-Océans qui rassemble une équipe internationale d'une centaine de scientifiques. Voilà maintenant quatre jours que nous avons quitté Savannah. Le Gulf Stream affiche 23 °C, alors que la température extérieure a chuté de 10 °C. Après avoir attendu toute la journée que le vent mollisse, les opérations scientifiques commencent au coucher de soleil. Les instruments sont déployés tour à tour. D'abord la « rosette », sorte de grappe de dix bouteilles métalliques qui collectent l'eau de mer à différentes profondeurs jusqu'à -1500 mètres. Conçue spécialement pour cette expédition, elle dispose d'un prototype de caméra – mise au point par le Laboratoire d'océanologie de Villefranche-sur-Mer (Alpes-

Maritimes) – capable de photographier *in situ* et au rythme de cinq images par seconde les organismes vivant piégés momentanément dans une galette de lumière. Jusqu'au milieu de la nuit, scientifiques et marins vont mettre à l'eau sept filets à trames variables pour capturer le plancton. Chacune de ces stratégies permet de recueillir des organismes de taille différente, depuis les minuscules virus jusqu'au zooplancton visible à l'œil nu. Sur le pont, à mesure que les instruments remontent, c'est le coup de feu, malgré le froid mordant : il faut prélever l'eau, la filtrer, préparer les échantillons. Dans le petit conteneur qui sert de laboratoire extérieur, Laurence Garczarek, chercheuse à la station biologique de Roscoff, s'intéresse à deux sortes de bactéries

photosynthétiques aux noms exotiques : *Prochlorococcus* et *Synechococcus*. A eux seuls, ces minuscules êtres de 0,6 à 1,2 micromètre représenteraient « environ mille milliards de grammes de carbone vivant dans l'océan », soulignerait-elle. Ces deux seigneurs de l'infiniment petit se partagent le monde de la mer – à l'exception des régions polaires – : *Prochlorococcus* étend son règne dans les milieux pauvres en éléments nutritifs, tandis que *Synechococcus* domine les zones plus riches et côtières. L'un et l'autre sont sous l'influence de la lumière, par l'intermédiaire de leurs pigments qui la captent selon la longueur d'onde. Mieux, un membre de la famille *Synechococcus* possède même la faculté de changer de couleur lorsque la lu-

mière varie et de s'adapter ainsi à son nouvel environnement. « Mais à l'heure du réchauffement climatique, note la chercheuse, certains *Prochlorococcus*, champions de l'adaptation, pourraient atteindre leurs limites », ce qui affecterait leurs prédateurs... Et à terme perturberait le fonctionnement de la pompe biologique de l'océan, « c'est-à-dire à la capacité de l'océan à absorber le CO₂ de l'atmosphère par la photosynthèse », souligne Lars Stemann, océanographe biologiste au laboratoire de Villefranche-sur-Mer. Chef scientifique de cette mission, Lars Stemann s'intéresse au mécanisme par lequel les microorganismes marins convertissent le CO₂ en énergie et en éléments nécessaires à la vie, libérant en échange de ●●●



Opérations scientifiques, au cours de l'étape Savannah-New York. L'essentiel des instruments sont déployés depuis le pont arrière du voilier (en haut à gauche). En haut à droite, filtrage de l'eau pompée à l'avant du bateau. A l'intérieur du navire, un petit laboratoire (à gauche) permet de photographier le plancton. A droite, mise à l'eau de la rosette.



PHOTOS SYLVIE ROUAT

●●● l'oxygène. Plus de la moitié du carbone émis par l'homme est ainsi capturé par les écosystèmes marins de surface. Lorsqu'ils meurent, ils emportent une partie de ce carbone dans les abysses. Ce flux de matière – appelé « neige marine » – devient alors source de nourriture pour d'autres espèces qui vont à leur tour le reminéraliser, réduisant par là le flux de carbone. En fonction de la biodiversité des organismes et de leur taille, « car plus gros on est, plus vite on coule », certains océans pourraient se révéler être de meilleures pompes biologiques que d'autres. L'analyse des données de Tara permettra peut-être de le dire.

Le 31 janvier, nous quittons le Gulf Stream, cap au nord. Le froid s'abat sur nous : en quinze minutes, la température de l'eau chute de huit degrés. Dans le carré, Daniel Iudicone, Lars Stemman et Marc Picheral, ingénieur de recherche au laboratoire de Villefranche-sur-Mer, étudient les images satellitaires. Il s'agit de déterminer avec précision où réaliser la prochaine « station ». Charge ensuite à Loïc Vallette, le capitaine, de manœuvrer dans la houle pour positionner le voilier à l'endroit choisi. « Nous cherchons à comprendre comment les courants redistribuent les écosystèmes, tels des autoroutes du vivant », m'ex-

plique Daniele Iudicone. Des prélèvements ont d'abord été réalisés au large de cap Hatteras, car l'éperon rocheux infléchit le courant, l'amenant à quitter la côte américaine pour le littoral européen. « Nous avons fait ainsi "l'état zéro" de ce qui est transporté vers l'est, précise l'océanographe italien. D'autres échantillonnages seront ensuite réalisés lors de la traversée de l'Atlantique, au retour, qui permettront de noter l'évolution des populations transportées tandis que le courant s'éloigne vers l'Europe. » Après avoir pris son virage, le cours du Gulf Stream décrit des méandres qui parfois s'enroulent en anneaux et tour-

billons. Ceux-ci dérivent ensuite vers le nord ou vers le sud. La deuxième station, réalisée le 2 février à l'aube, est exécutée précisément dans l'un de ces tourbillons d'eau chaude, qui emporte avec lui des organismes venus du sud. Là encore, il s'agit de comprendre les multiples transports en commun d'organismes, lesquels contribuent à fertiliser l'océan. Le lendemain soir, nous effectuons une ultime station. Surprise : les chercheurs ont repéré une couche d'eau affichant un déficit en oxygène par rapport aux couches situées au-dessus et en dessous d'elle. « C'est de la "vieille" eau, pré-

INTERVIEW ERIC KARSENTI Scientifique senior à l'EMBL* et initiateur de Tara Océans

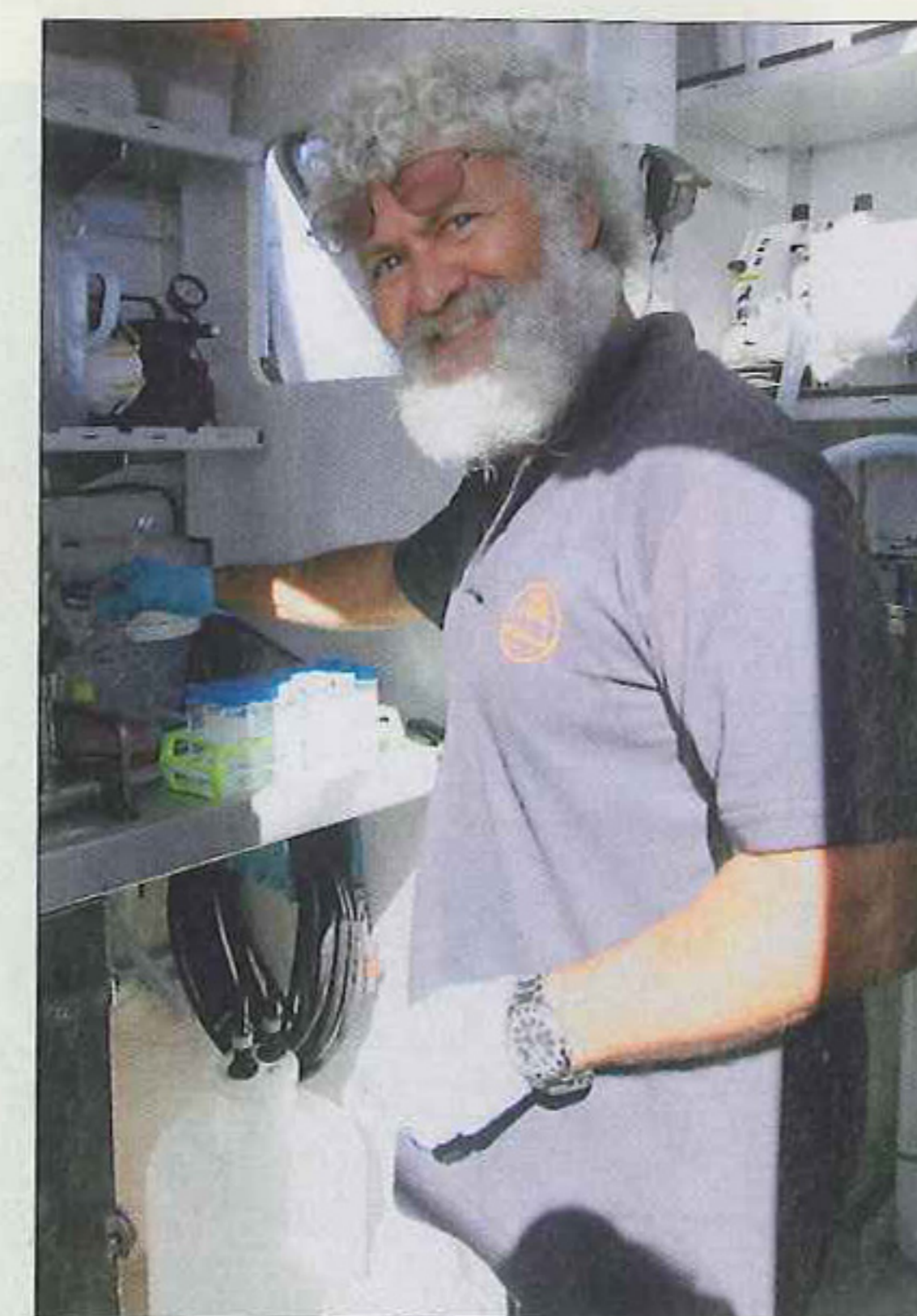
« Une collaboration planétaire exemplaire »

L'expédition Tara-Océans s'achève. C'est un succès ?

Un succès absolu ! Scientifique d'abord, car nous disposons maintenant d'une collection unique au monde d'échantillons et de données sur les petits organismes planctoniques. Cela va changer notre connaissance de l'écosystème marin et permettre de nourrir de nouveaux modèles théoriques et prédictifs. Le succès, c'est la qualité, la structure, la cohérence, le nombre et l'étendue géographique de l'échantillonnage. C'est aussi un succès organisationnel. Grâce à la collaboration sans faille entre des organismes publics et des institutions privées, nous avons pu obtenir les autorisations de prélèvements dans des eaux territoriales étrangères et envoyer plus de 27 000 échantillons congelés issus de 150 sites dans le monde entier. C'est vraiment une histoire fantastique de travail collectif qui s'est structuré tout au long de l'expédition ! Je n'en suis toujours pas revenu !

Vous situez-vous dans la lignée des grandes expéditions du XIX^e siècle ?

C'est bien plus que les expéditions déjà excitantes du XIX^e siècle. Ce projet a fait rêver tous ceux qui y ont participé par son ambition collective et son rapport à la planète. L'humanité a changé d'échelle avec la croissance démographique et les moyens de communication modernes. Il



F. LATREILLE / FONDOS TARA

faut désormais de grands projets planétaires pour enthousiasmer nos congénères. Tara-Océans en constitue un exemple vraiment excitant.

« Tara » est un bateau privé. La science soutenue par des mécènes, est-ce un nouveau modèle ?

En montant ce projet, on s'est rendu compte de l'incapacité totale du système de financement classique de la recherche à reconnaître rapidement des projets no-

vateurs et interdisciplinaires. Si quelques individus capables de vision à long terme n'avaient pas été là pour nous soutenir, nous ne serions jamais partis. L'Europe, en particulier, a été en dessous de tout sur le plan de l'évaluation et du financement scientifique de ce projet, ainsi que certains corporatismes français. Le financement scientifique est devenu corporatiste, dominé par des lobbys comme dans d'autres domaines. C'est une catastrophe.

Vous avez en revanche été très suivis par les médias...

Oui et ce n'est pas fini. Cela nous a valu les critiques de certains scientifiques. Mais je leur réponds que nous sommes financés par de l'argent public et que notre devoir est de rendre au public autre chose que des brevets. Il faut partager cette connaissance acquise sur notre univers de la façon la plus large possible et le plus rapidement possible. Car science sans conscience n'est que ruine de l'humanité.

Avez-vous des regrets ?

Non. Mais si j'avais su à quel point il est difficile d'organiser un truc pareil, je ne l'aurais pas fait ! Il faut être fou pour monter un tel projet. Mais c'est aussi la nature même de l'aventure. Conclusion : soyons fous !

Propos recueillis par S. R.

* Laboratoire européen de biologie moléculaire.

cise Daniele Iudicone. Elle est née en Antarctique puis a fait un détour par l'Afrique. » Il y a entre quarante et cent ans, cette eau peu saline de l'océan Austral est passée, sous forme de tourbillon, à travers le courant circumpolaire antarctique. Elle a ensuite longé les côtes africaines, a rejoint les côtes américaines à hauteur de l'équateur et continué son cours sous le Gulf Stream, tel un fleuve froid sous le fleuve chaud. Au cours de ce long voyage, son oxygène a été peu à peu consommé par les bactéries, ce qui explique son bas niveau actuel. Parvenue dans l'Atlantique Nord, cette couche est remontée, sous l'effet du

vent, de -800 à -200 mètres, avant de se mélanger aux eaux de surface, achevant ainsi une véritable odyssée marine. Ce faisant, elle a ramené à la surface des tombereaux de nutriments, « qui soutiennent 75 % de la production biologique primaire (phytoplancton), ici et dans tous les océans du globe où le même phénomène se reproduit ».

Le soleil brille sur New York, ce 5 février, lorsque Tara glisse toutes voiles dehors aux pieds de la statue de la Liberté avant de jeter l'ancre à « Ground Zero », sur l'Hudson River. Nous mettons pied à terre. Comme à chaque escale, les

échantillons seront expédiés dans les prochains jours au laboratoire d'Heidelberg, en Allemagne, d'où ils seront redistribués à différents centres de recherche. Certains permettront de décrire les nouvelles espèces découvertes au cours de la mission ; d'autres serviront à l'analyse génétique à l'échelle des organismes, ou d'une région donnée. Cette dernière approche, appelée métagénomique, analyse l'échantillon d'eau transformé en soupe de gènes et détermine ceux qui sont exprimés par les habitants du lieu, indice de leur état de santé (stress, bien être...). Toutefois, depuis qu'a commencé l'expérience,

force est de reconnaître notre ignorance : 70 % des gènes séquencés dans les échantillons de Tara sont inconnus. Et encore, seule une poignée de stations a été traitée, faute de moyens. « Il faudra au minimum 20 millions d'euros supplémentaires et dix ans d'analyses pour venir à bout des échantillons collectés », tempore Eric Karsenti. Pour l'heure, Tara s'apprête à reprendre une dernière fois la mer, direction Lorient, où il est attendu le 31 mars.

Sylvie Rouat, envoyée spéciale à bord de « Tara »

➔ Pour aller plus loin DVD ; Chroniques du plancton, Parafilms, CNRS : www.planktonchronicles.com