

Toutefois, les connaissances acquises sur l'habitat des coraux, toujours situé dans des zones à forts courants qui non seulement évite l'ensevelissement sous les apports sédimentaires, mais permet également un apport massif en particules ont conduit à penser que les coraux profonds tirent l'essentiel de leur nourriture du plancton de surface qui sédimente. Quelques études isotopiques favorisent aussi l'hypothèse d'un apport nutritionnel reposant principalement sur les apports de particules depuis la surface, d'avantage que celle de la chimiosynthèse.

COURANTS ALTERNATIFS

L'analyse de carottes sédimentaires a montré que des phases de croissance corallienne intense ont alterné avec des périodes d'apport sédimentaire, ce qui produit des strates alternées. Ces phases sont liées à l'état des courants pendant les périodes correspondantes: lorsqu'ils étaient intenses, peu de sédiments se sont déposés et la croissance corallienne a été importante. Lors des périodes plus calmes, les sédiments s'accumulèrent, ensevelissant les coraux et les détruisant. D'après les premières datations, les phases riches en coraux se situent dans les périodes chaudes, et les phases de sédimentation pendant les glaciations. Ces couches alternées représentent une nouvelle forme d'archives climatiques. Elles

montrent que jamais les coraux profonds n'ont été asséchés, même pendant les périodes les plus froides (dites «périodes glaciaires»), quand le niveau de la mer était inférieur de 120 mètres à son niveau actuel, comme c'était le cas il y a plus de 12000 ans.

Ainsi, l'observation des récifs du nord de l'Atlantique avait conduit les chercheurs à l'hypothèse d'une stase durant la dernière période glaciaire suivie d'une recolonisation. Ils avaient observé que les profondeurs de prédilection des coraux dans ces zones du nord de l'Atlantique coïncidaient avec celle de la «veine d'eau méditerranéenne».

Ce courant, comme son nom l'indique originaire de Méditerranée, longe le golfe de Cadix puis le golfe de Gascogne jusqu'à rejoindre les hautes latitudes. Son accélération à la fin de la dernière période glaciaire pourrait effectivement coïncider avec la période de recolonisation des récifs coralliens par des populations refuges issues de latitudes moins élevée. L'analyse de la diversité génétique des coraux de Méditerranée et de l'Atlantique, conduite à Ifremer, a récemment corroboré cette hypothèse (voir l'encadré page 19).

Ainsi, les coraux des mers froides n'ont rien à envier à leurs cousins des tropiques en termes de richesse, de surprises et d'exubérance. Alors, à vos équipements de plongée! ■

BIBLIOGRAPHIE

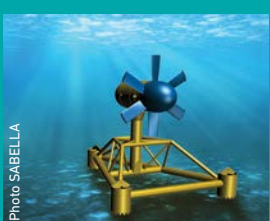
J. BOAVIDA ET AL., Out of the Mediterranean? Post-glacial colonization pathways varied among cold-water coral species, *Journal of Biogeography*, vol. 46(5), pp. 915-931, 2019.

L. MENOT ET AL., The ecological role of patchy cold-water coral habitats: does coral density influence local biodiversity in submarine canyons of the bay of Biscay? *DSBS* 2018, Monterey (Californie).



ENSTA Bretagne

Connaissance des océans Développement maritime durable



Énergies marines
renouvelables



Navires du futur
Drônes marins



Océanographie
Hydrographie (cat. A)



Management
de projets maritimes



- Formations d'ingénieurs, masters, mastères spécialisés, doctorat
- Programmes de recherche nationaux et internationaux
- Innovation maritime, création d'entreprise
- Formation tout au long de la vie

www.ensta-bretagne.fr

École d'ingénieurs et centre de recherche pluridisciplinaire à Brest

L'ESSENTIEL

- Les sources hydrothermales résultent d'infiltrations à travers les fractures de la roche d'eau de mer, qui se réchauffe et se transforme en profondeur avant de remonter.
- Lors de son passage dans la roche, l'eau dissout divers éléments, par exemple des métaux, et s'enrichit en composés porteurs d'énergie, tel le sulfure d'hydrogène.
- Des bactéries qui utilisent ces composés forment le premier maillon d'écosystèmes foisonnants autour des sources hydrothermales.

L'AUTEURE



NADINE LE BRIS travaille au laboratoire d'Écogéochimie des environnements benthiques (UPMC-CNRS) de l'université Pierre-et-Marie-Curie et du CNRS, à Banyuls-sur-Mer.

Des roses tapies au fond des mers

Les sites hydrothermaux, dont le premier fut nommé « Jardin de roses » tant la vie qui s'y déployait surprit, sont des havres pour une multitude d'organismes. Ces habitants des profondeurs prospèrent grâce à une chimie du vivant inédite.



Un fumeur noir, au large des îles Galápagos, dans le Pacifique. Contre toute attente la vie y abonde.

J

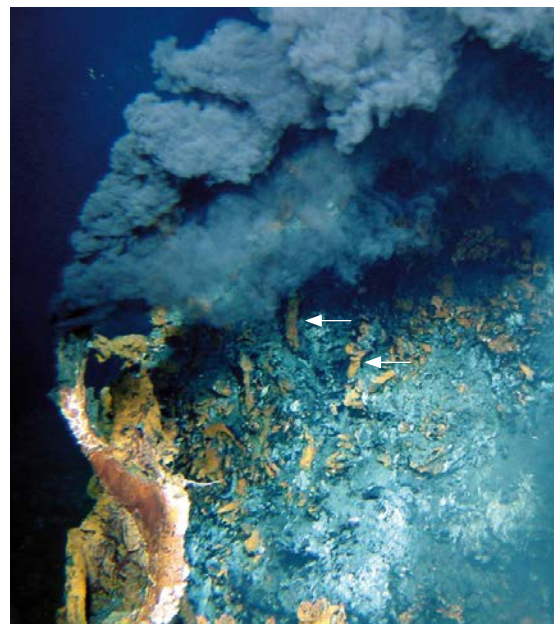
ardin de roses (*Rose Garden*), c'est ainsi qu'on a nommé la première source hydrothermale découverte. C'était en 1977, à 2500 mètres de profondeur, au large des îles Galápagos, sur la dorsale Est-Pacifique, où la remontée du magma engendre la croûte océanique. Ces sources d'eau réchauffée dans les entrailles terrestres confirmaient que la lithosphère et l'océan échangent de la chaleur. Cette observation constituait le but de l'expédition, mais celle-ci a tout de même réservé une surprise de taille: les sources hébergeaient une vie foisonnante (bivalves, crustacés, vers...), dont le gigantisme, pour certains, et l'abondance étaient totalement inattendus dans les abysses. Le nom traduit cette effervescence.

On ne s'attendait pas à trouver de la vie dans cet environnement extrême, et trop éloigné de la surface de l'océan pour autoriser la photosynthèse; les organismes utilisent d'ailleurs une autre source d'énergie, d'origine chimique.

En 1977, on n'a observé que des sources de fluide tiède, nommées sources diffuses, dont la température n'excède pas 30 °C, et qui s'échappent de crevasses entre des lobes de lave refroidie; avant de sortir, les fluides chauds y sont dilués par l'eau de mer froide (2 °C) qui circule dans le réseau de fractures du basalte. Deux ans plus tard, en 1979, on découvrait les fumeurs noirs, des «cheminées» dont le conduit central laisse échapper des fluides hydrothermaux à plus de 300 °C (*voir ci-contre*). Là encore, la vie foisonnait, que ce soit à l'intérieur des parois poreuses des cheminées ou sur leurs flancs. L'énergie utilisée par ces communautés est aussi d'origine chimique et elle abonde dans les fumeurs noirs.

Cependant, il ne suffit pas que l'énergie soit disponible, encore faut-il pouvoir l'exploiter, parfois dans des conditions de température et de toxicité particulièrement stressantes. Pour tirer profit d'un environnement aussi réactif et instable, quelles stratégies adoptent ces espèces?

Les sources hydrothermales ressemblent à des réacteurs chimiques où se rencontrent du fluide hydrothermal et de l'eau de mer, deux liquides dont les compositions sont notablement différentes. Les organismes tirent profit des déséquilibres qui en résultent. Le fluide



➤ d'hydrogène (H_2S ou HS^-), absent dans l'eau de mer où le soufre est présent uniquement sous sa forme la plus oxydée, le sulfate (SO_4^{2-}). L'eau de mer contient en effet de nombreux composés, comme l'oxygène et le nitrate (NO_3^-), capables d'échanger des électrons avec le sulfure, qui se transforme alors en sulfate.

Cette dernière réaction est favorisée lorsque le sulfure du fluide hydrothermal jaillit du sol et entre en contact avec l'eau de mer. Elle libère une quantité importante d'énergie, que les microorganismes exploitent. Certaines bactéries, dites sulfo-oxydantes, catalysent cette réaction, détournant à leur profit les électrons échangés et l'énergie libérée pour synthétiser des molécules d'ATP (adénosine triphosphate), vectrices de l'énergie au sein des cellules. Grâce à cette énergie, d'autres microorganismes, dits chimio-autotrophes, fabriquent des biomolécules à partir des composés inorganiques dissous dans l'eau de mer, comme le dioxyde de carbone (CO_2). Ils fournissent ainsi une ressource abondante à tout l'écosystème.

Comment expliquer la composition des fluides hydrothermaux ? Ceux-ci sont issus d'une transformation progressive de l'eau de mer (riche en sulfates), qui s'infiltre dans les fractures de la croûte océanique et réagit au contact des roches à haute température et forte pression – dans ces conditions, les sulfates captent des protons H^+ de leur environnement et arrachent des électrons aux métaux des roches pour former des sulfures –, avant de remonter vers la surface. En parallèle, le fluide s'acidifie et s'enrichit en composés volatils issus du magma, comme le CO_2 et parfois le dioxyde de soufre. De nombreux éléments incorporés dans les roches de la croûte océanique sont dissous par le fluide acide. Celui-ci emporte ainsi du silicium et de multiples

Le ver *Alvinella pompejana* (ci-dessus) survit sur les flancs des fumeurs noirs, au plus près des émanations, en construisant des tubes protecteurs (à droite, indiqués par des flèches). Au sein du tube règne un microenvironnement interne moins hostile. Des bactéries sulfo-oxydantes (les filaments blancs sur la photographie du médaillon) y prospèrent sur le dos d'*Alvinella pompejana*. Les vers *Riftia pachyptila* (les tubes rouges et blancs) atteignant deux mètres de longueur colonisent quant à eux les sources diffuses (page ci-contre). Ils vivent en symbiose avec des bactéries sulfo-oxydantes.

métaux (fer, manganèse, zinc, cuivre et, en quantités moindres, cadmium, plomb, mercure, arsenic, or et argent), dans des proportions variables selon son degré d'acidité et la nature des roches. La composition des fluides hydrothermaux varie donc d'une source à une autre.

À l'instar du sulfure, nombre de métaux des fluides réagissent avec les composés oxydants de l'eau de mer, offrant aux communautés microbiennes une grande diversité de sources d'énergie, dès lors qu'elles sont capables de concurrencer les réactions chimiques spontanées. Des écosystèmes variés se mettent alors en place autour des sources. Des colonies de microbes et d'animaux marins s'y distribuent, selon leur tolérance aux températures élevées et leur capacité à exploiter les ressources disponibles. Ainsi, entre les fluides brûlants des fumeurs noirs et ceux plus tièdes des sources diffuses se décline toute une gamme d'habitats et de communautés.

L'ENFER DES FUMEURS NOIRS

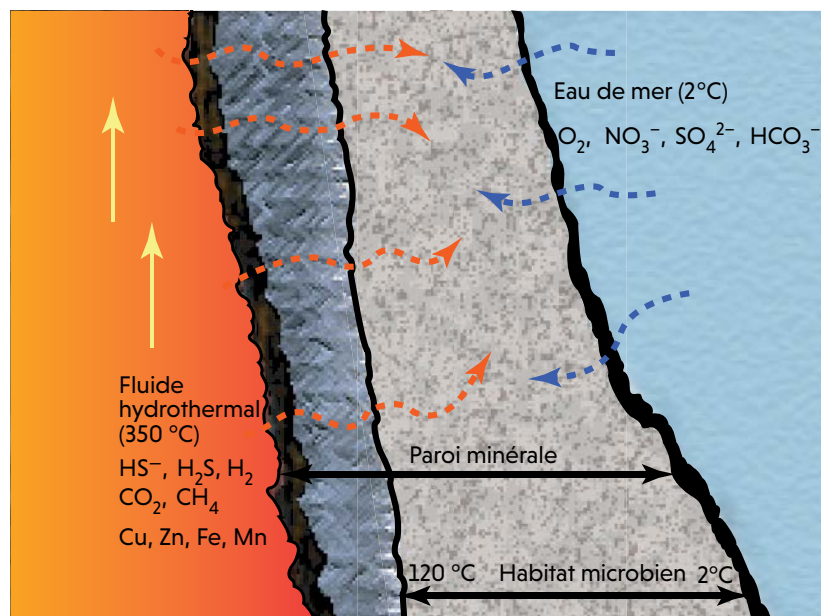
Aucun organisme ne tolère le contact direct avec les fluides des fumeurs noirs, dont la température atteint 410°C . Cependant, leur voisinage est un peu moins hostile, grâce aux métaux dissous transportés par le fluide : ceux-ci se solidifient au contact de l'eau de mer froide, isolant le fluide chaud par une paroi minérale. Les sulfures de cuivre, de fer et de zinc constituent ainsi des conduits de cheminée. Le fluide chaud qui s'en échappe au sommet forme un panache sombre chargé de particules de ces mêmes sulfures métalliques. La fraction la plus fine, composée de nanoparticules, serait transportée sur de grandes distances. Plus encore, Joseph Resing, de l'université de Washington, et ses collègues, ont récemment montré que le fer, mais aussi le manganèse et l'aluminium,



sont transportés sous forme dissoute sur de longues distances et profitent donc à des organismes plus éloignés.

Les cheminées hydrothermales atteignent 10 à 20 mètres de hauteur et plusieurs mètres de diamètre. Dans ces assemblages de conduits et de roches poreuses qui séparent l'eau de mer et le fluide, la température et les conditions chimiques varient fortement. Dépassant le plus souvent 300 °C au contact du fluide, la température de la roche n'est plus que de quelques degrés ou dizaines de degrés du côté opposé.

C'est à l'intérieur des parois de ces cheminées qu'ont été découverts les organismes les plus



Les parois minérales des fumeurs noirs sont poreuses, de sorte que les espèces chimiques des fluides hydrothermaux et de l'eau de mer diffusent à l'intérieur (flèches pointillées orange et bleues). Elles alimentent une riche vie microbienne, capable de survivre jusqu'à 120 °C.

résistants aux fortes températures. Le record est détenu par l'archéobactérie *Pyrolobus fumarii*, isolée dans une cheminée sur la dorsale Atlantique: elle supporte une température d'environ 120 °C. Au-delà, aucun organisme ne semble résister, de sorte que la zone de la cheminée la plus proche du fluide est dépourvue de vie (voir la figure ci-dessous). À partir de ce seuil de température, et jusqu'à la face externe, la paroi minérale abrite une succession de communautés microbiennes réparties selon leur tolérance thermique et de leurs besoins énergétiques.

UN HÉRITAGE LOINTAIN

La diffusion de molécules dans les parois poreuses conditionne les sources d'énergie disponibles. La plupart des composés oxydants, tels l'oxygène, les nitrates et les sulfates, proviennent de l'eau de mer; depuis l'extérieur, ils migrent au travers de la paroi où ils sont progressivement consommés. Aux plus hautes températures, vers l'intérieur de la cheminée, seul reste du CO₂ apporté par le fluide. Les archées hyperthermophiles dites méthanogènes le convertissent en méthane (CH₄) en utilisant de l'hydrogène; ce sont les seuls organismes à ne dépendre que du fluide hydrothermal. Leur métabolisme pourrait être hérité des plus anciennes formes de vie, apparues lorsque les océans étaient dépourvus d'oxygène. Certains voient même dans les conditions régnant près des sources hydrothermales, celles qui ont favorisé la naissance de la vie.

Le gradient de température à l'intérieur des parois minérales est relativement stable. À l'inverse, la région du mélange entre le fluide et l'eau de mer est une zone turbulente, où les conditions chimiques et la température fluctuent. La proximité immédiate de ces panaches, bien que riche en énergie, constitue donc un environnement *a priori* défavorable à la vie.

Quelques organismes réussissent tout de même à prospérer au plus près des sorties de fluides de haute température. C'est le cas d'*Alvinella pompejana*, un ver annélide qui s'installe sur les flancs des fumeurs, où il construit un tube dans lequel il s'abrite (voir la figure page ci-contre). Celui-ci, constitué de protéines exceptionnellement résistantes, le protège.

Grâce à des électrodes miniatures, on a montré que le milieu interne du tube comprend surtout de l'eau de mer. L'hypothèse la plus probable est que l'hôte le ventile (par des ondulations de son corps et en rentrant et sortant rapidement la partie supérieure de celui-ci) pour y maintenir une température tolérable. Ce faisant, il favorise le développement de bactéries sulfo-oxydantes, dont les filaments couvrent son dos.

Alvinella pompejana est donc armé pour l'environnement extrême des parois des fumeurs noirs, où les quantités élevées de sulfure d'hydrogène, de CO₂ et de métaux toxiques (cuivre, cadmium, >

> plomb...) ainsi que les radicaux libres (des molécules très instables et très réactives) formés lors de l'oxydation du fer et du sulfure accompagnent d'importantes fluctuations de température. La croissance rapide de son tube, indispensable protection contre ces fluides agressifs, contrebalance l'épaississement des parois de la cheminée, qui emprisonne progressivement la base du tube.

UNE ESPÈCE INGÉNIEUR

Cette pionnière est aussi une espèce «ingénieur» : ses colonies denses forment peu à peu une sorte de «revêtement isolant» sur les parois des fumeurs noirs. Les conditions beaucoup plus stables et moins toxiques qui en résultent autoriseraient l'installation d'autres espèces animales sur ces parois.

Hors des zones les plus chaudes, privilégiées par *Alvinella pompejana*, s'échappent parfois des fluides dilués par l'eau de mer lors de leur passage au travers du réseau de fissures et de roches poreuses, et qui ont des températures plus compatibles avec la vie. Parfois situées à la base ou sur les flancs des cheminées, ces émissions de basse température se rencontrent aussi sur le plancher de laves basaltiques (ce sont les sources diffuses déjà évoquées). Bien que très dilués, ces fluides restent enrichis en sulfure et favorisent le développement d'assemblages denses et prolifiques d'invertébrés et de bactéries chimio-autotrophes.

On peut comparer l'environnement fluctuant des sources diffuses à celui de la zone intertidale (la partie du littoral alternativement dévoilée et recouverte par la marée). Cette comparaison est d'autant plus pertinente que la marée influe aussi sur les caractéristiques de l'environnement hydrothermal, à plus de 2000 mètres sous la surface. En effet, elle crée des courants de fond, auxquels se superposent les turbulences du mélange entre l'eau de mer et le fluide, de sorte qu'en un point donné, la température peut varier de plusieurs degrés en quelques heures, voire minutes. Ces fluctuations de la température s'accompagnent d'une alternance entre phases riches en oxygène et phases riches en sulfure, due aux variations des courants. Cet environnement est favorable aux symbioses chimiosynthétiques, où les partenaires profitent mutuellement de leurs capacités à utiliser les ressources disponibles.

Comme tous les animaux multicellulaires, les espèces endémiques des sources hydrothermales maintiennent constants leurs paramètres physicochimiques en dépit des variations du milieu externe. En outre, certains invertébrés hydrothermaux absorbent l'oxygène et le sulfure de leur environnement, qu'ils concentrent en les fixant sur leur hémoglobine pour les transporter vers différents organes; ils font alors bénéficier leurs bactéries symbiotes



Le site de *Lost City* (la cité perdue) sur la dorsale Atlantique doit son nom à la quasi-absence d'animaux chimiosynthétiques qui prospèrent sur les autres sources hydrothermales. Les fluides sont pourtant aussi riches en hydrogène, en méthane et, dans une moindre mesure, en sulfures, mais ils se distinguent par leur pH : 10 à *Lost City* contre 2 à 6 ailleurs. En conséquence, ils ne dissolvent pas les métaux lors de leur passage dans les roches du plancher océanique. Les fumeurs noirs sont alors remplacés par des édifices blancs de carbonates de calcium et de magnésium.

d'un milieu particulièrement riche en ces deux éléments. Ainsi le ver *Riftia pachyptila*, comme les autres espèces du genre sibloglinidé, abrite des populations de bactéries sulfo-oxydantes dans son trophosome, un organe interne situé dans la partie blanche de son «tube». En retour, l'animal en dépend totalement : elles transforment le sulfure d'hydrogène et le dioxyde de carbone en composés essentiels.

L'efficacité de ces symbioses est révélée par les taux de croissance exceptionnels des individus – presque un mètre par an – et de leurs populations. La concentration intracorporelle en sulfure du fluide interne de *Riftia pachyptila* peut atteindre plusieurs dizaines de milligrammes par litre, bien au-delà de sa teneur maximale dans l'environnement et des seuils de tolérance de la plupart des animaux; il y résiste notamment en «sélectionnant» ses formes les moins toxiques et en fixant le sulfure sur son hémoglobine pour le transporter jusqu'aux bactéries. Sa capacité à fixer le sulfure et l'oxygène explique vraisemblablement son taux de croissance record.

L'assimilation du sulfure dépend cependant de sa forme chimique dans l'environnement immédiat de la branchie de l'animal. Seul le sulfure d'hydrogène passe la membrane branchiale. Or cette propriété peut être «neutralisée» par le fer du fluide, qui a une forte affinité pour le sulfure, avec lequel il s'associe pour former des complexes bloqués par la membrane. En outre, le fer accélère l'oxydation spontanée du sulfure, le rendant inexploitable pour les organismes vivants.

Se pose aussi le problème de la toxicité. Des deux formes acide et basique du sulfure d'hydrogène (H_2S et HS^-), H_2S est la plus toxique du fait de sa capacité à diffuser au travers des membranes biologiques et à inhiber le fonctionnement cellulaire. HS^- prédomine dans l'eau de mer faiblement alcaline, mais l'acidité

du fluide hydrothermal, même en petite quantité, augmente notablement la proportion de sulfure toxique H_2S aux alentours des sources. Certaines espèces, tel *Riftia pachyptila*, semblent éviter par des adaptations biochimiques la diffusion d' H_2S à l'intérieur de leur branchie, alors que la forme moins toxique HS^- est assimilée. D'autres organismes, tels les bivalves du genre *Bathymodiolus*, sont protégés par des bactéries symbiotiques qui consomment le sulfure directement dans leur branchie.

En plus d'être extrêmes, les environnements hydrothermaux sont soumis à de violentes perturbations naturelles. Les plus spectaculaires sont les éruptions volcaniques majeures, qui couvrent de lave un grand nombre de sites et suppriment toute trace de vie. Après ces épisodes, la vie se réinstalle vite autour des sources, selon une séquence de recolonisation qui dure quelques années.

POMPÉI SOUS LES MERS

Les tapis microbiens réapparaissent en premier. En moins d'un an, ils sont rejoints par des espèces pionnières telle *Tevnia jerichonana*, un ver apparenté à *Riftia pachyptila*. La suite est plus variable: ces espèces prospèrent ou laissent la place à d'autres qui deviennent à leur tour dominantes, mais les populations déclinent parfois et s'éteignent. La recolonisation s'accompagne de changements rapides dans la composition des fluides, et donc dans les formes d'énergie disponibles, ainsi que dans les contraintes de température et de toxicité. Le rôle de ces changements sur les successions observées reste l'une des grandes questions actuelles; en particulier, les conditions qui favorisent une espèce symbiotique plutôt qu'une autre sont débattues, faute de bien connaître les besoins physiologiques des différentes espèces et de leurs bactéries symbiotiques.

Des événements moins violents que les éruptions volcaniques conduisent aussi à l'extinction locale des populations. Ainsi, un phénomène de séparation de phase se produit parfois à plusieurs centaines de mètres sous le plancher océanique: une fraction du fluide, concentrée en éléments lourds (sels, métaux...), se condense sous forme de saumure, tandis qu'une fraction plus légère, enrichie en composés volatils (sulfure d'hydrogène, hydrogène, méthane...), remonte à la surface. La composition des fluides hydrothermaux change alors au cours du temps, les éléments les plus volatils étant émis en premier et les plus lourds ensuite. Lorsque la fraction légère riche en sulfure s'épuise, les espèces symbiotiques, dont c'est la ressource principale, disparaissent.

Nous l'avons vu, la composition des fluides dépend des roches à travers lesquelles ils passent. Or dans certains cas, ces roches sont

celles du manteau terrestre: situées sous la croûte, elles sont le plus souvent loin de la surface et inaccessibles aux fluides, mais parfois, déplacées par des forces tectoniques, elles s'en rapprochent, allant jusqu'à affleurer sur les fonds marins. Très réactives, les roches du manteau s'altèrent au contact de l'eau. Ce phénomène, nommé serpentinitisation, produit de l'hydrogène en grande quantité, qui réagit lui-même spontanément à haute température et haute pression

avec le CO_2 pour former du méthane. Ces deux composés constituent des sources d'énergie alternatives au sulfure pour les communautés chimiosynthétiques peuplant les sources hydrothermales.

MÉTHANE ET SULFURE AU MENU

Sur le site *Rainbow*, au sud des Açores, où les fluides sont très concentrés en fer et les sulfures libres quasi absents de l'environnement, le méthane constitue par

exemple la source d'énergie principale de la moule *Bathymodiolus azoricus*. Celle-ci est aussi associée à des bactéries sulfo-oxydantes, et cette double symbiose lui permet de proliférer sur de nombreux sites de la dorsale Atlantique, aux teneurs variables en méthane et en sulfure.

Outre *Rainbow*, plusieurs sites hydrothermaux sont situés sur des roches serpentinitisées: *Logatchev*, *Ashadze*... Ce dernier, découvert en 2007 par une équipe franco-russe, est le plus profond, à 4000 mètres sous la surface. Sur les dorsales océaniques au volcanisme peu actif, qualifiées de lentes, ces environnements offrent une large gamme d'habitats aux populations chimiosynthétiques, dont la croissance et l'extinction sont rythmées par la durée de vie des sources, souvent éphémères. Sur certains sites, les fluides sont non pas acides, mais basiques. Les fumeurs noirs sont alors remplacés par de spectaculaires «cités blanches» (voir la figure page ci-contre). Celles connues aujourd'hui sont principalement peuplées de microorganismes, mais elles pourraient avoir abrité des faunes macroscopiques abondantes.

Les sites hydrothermaux offrent donc de multiples preuves des spectaculaires facultés d'adaptation des organismes, mais ce n'est pas leur seul intérêt. Ils représentent aussi des réserves potentielles d'hydrogène pour nos sociétés humaines à la recherche d'énergies non polluantes. ■

Les sites hydrothermaux recèlent des réserves potentielles d'hydrogène

BIBLIOGRAPHIE

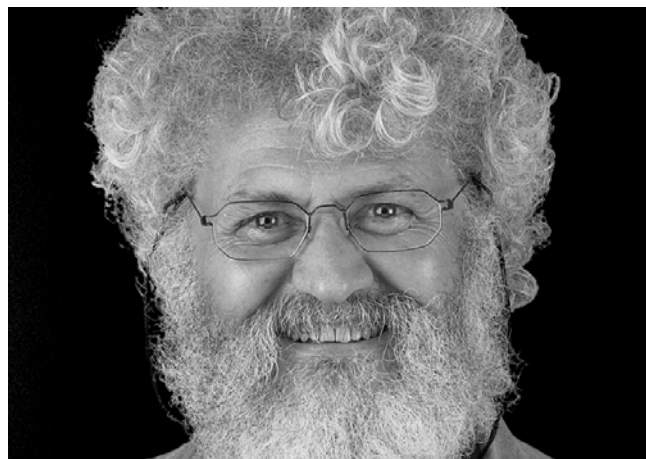
S. TOXVAERD, A Prerequisite for Life, *J. Theor. Biol.*, vol. 474, pp. 48-51, 2019.

E. BAKER ET AL., How many vent fields? New estimates of vent field populations on ocean ridges from precise mapping of hydrothermal discharge locations, *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 449, pp. 186-196, 2016.

J. RESING ET AL., Basin-scale transport of hydrothermal dissolved metals across the South Pacific Ocean Nature, vol. 523, pp. 200-203, 2015.

N. LE BRIS ET F. GAILL, How does the annelid *Alvinella pompejana* deal with an extreme hydrothermal environment ?, in *Rev. in Env. Sc. Biotech.*, vol. 6, pp. 197-221, 2007.

ÉRIC KARSENTI



« Plusieurs milliers d'espèces de plancton repérées par *Tara Oceans* sont inconnues »



L'étude du plancton océanique et de son rôle écologique était le principal objectif de l'expédition *Tara Oceans*. Pouvez-vous nous rappeler ce que recouvre le terme de plancton ?

Éric Karsenti : Le plancton (marin) est constitué de tous les organismes vivants qui se laissent dériver à grande distance dans l'océan, même si beaucoup d'entre eux, comme les méduses, peuvent se déplacer activement sur de courtes distances. Cela inclut donc les virus, les bactéries et archées, les protistes (c'est-à-dire les eucaryotes unicellulaires tels que les protozoaires et les microalgues), le zooplancton, constitué d'animaux pluricellulaires dont la taille va d'environ 0,1 millimètre à plusieurs centimètres, et le phytoplancton (le plancton végétal).

BIO EXPRESS

10 SEPTEMBRE 1948
Naissance à Paris

1979
Thèse à l'institut Pasteur

1996
Création du département de biologie cellulaire et de biophysique au Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL).

2009
Directeur scientifique de l'expédition *Tara Oceans*.

2015
Médaille d'or du CNRS.

Pour quelles raisons l'expédition *Tara Oceans* a-t-elle été mise en place ?

Éric Karsenti : L'idée initiale était de monter une expédition médiatique, dans un objectif de vulgarisation scientifique, pour parler au grand public d'évolution, de biologie marine... Mais le coût d'une telle opération s'est révélé prohibitif.

Par ailleurs, en discutant avec Christian Sardet et Gaby Gorsky, de l'observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer, ainsi qu'avec d'autres chercheurs, je me suis aperçu qu'on ne savait presque rien sur le plancton à l'échelle globale, alors même que les microorganismes marins ont joué un rôle de premier plan dans l'évolution de la vie sur Terre, par exemple en enrichissant l'atmosphère terrestre en oxygène. Ainsi a émergé, notamment au travers de discussions avec Gaby Gorsky,