

# LA VIE DES ABYSSES

À quelques centaines de mètres sous la mer, là où règnent l'obscurité, le froid et des pressions écrasantes, d'étranges communautés animales ont réussi à survivre. Découverte à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, mais étudiée depuis trente ans à peine, cette vie abyssale commence à distiller ses secrets. Et ouvre des pistes sur les origines de la vie...

Texte : Julie Krassovsky

À 200 m à peine sous la surface de l'eau, commence un voyage inattendu vers les profondeurs : l'absence de lumière, le froid et la pression qui s'intensifient progressivement semblent incompatibles avec la vie... Et pourtant, cet univers apparemment hostile est peuplé d'une faune qui s'évalue – en l'état des connaissances actuelles – à plusieurs milliers, voire plusieurs dizaines de milliers, d'espèces. « Une faune de petite taille, très diversifiée, vivant dans les sédiments ou errante – comme les vers polychètes (dont la tête porte de nombreux organes) ou nématodes (semblables à des fils) qui mesurent quelques dizaines de microns –, côtoie une faune plus rare, moins diversifiée, souvent spectaculaire et de grande taille, appartenant aux grands groupes des bivalves, des céphalopodes (calmars), des gastéropodes, des échinodermes (étoiles de mer, oursins, holothuries, cri-noïdes, ophtures), des crustacés et des poissons. Mais, précise Patrick Geistdoerfer, océanographe et directeur de recherche au CNRS, et Myriam Sibuet, biologiste et directeur du département environnement profond à l'Ifremer, plus on s'enfonce dans les profondeurs, plus les espèces varient. » Les chercheurs se remettent à peine de cette réalité aujourd'hui banale. Jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle,

ils étaient convaincus qu'aucune vie n'était possible au-delà de 500 m de profondeur. Lors de la remontée pour réparation en 1859 de l'un des premiers câbles télégraphiques sous-marins, immergé entre la Sardaigne et l'Algérie par 1800 m de profondeur, les scientifiques découvrent que des animaux s'étaient fixés sur ce câble, essentiellement des mollusques et des coraux, et y avaient prospéré. L'étude en fut confiée au naturaliste français Alphonse Milne-Edwards, qui en fit la présentation à l'Académie des sciences le 15 juillet 1861. Neuf ans plus tard, était lancée la première exploration, en 1868. Ce fut le coup d'envoi d'une longue série de campagnes d'océanographie biologique. Depuis 1969, on constate un véritable regain d'intérêt des biologistes français avec la création du Cnexo (aujourd'hui Ifremer) et la réalisation de plusieurs milliers de campagnes d'exploration jusqu'à 5000 m de profondeur dans les océans Atlantique, Pacifique et Indien ! « Le but de ces missions était de dresser l'inventaire de la biodiversité sous-marine, de distinguer les espèces consommables de celles qui ne l'étaient pas, en vue de leur exploitation économique dans l'océan Indien, confie Bernard Métiérier, maître de conférences au département Milieux et Peuplements aquatiques au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris. Les

dragages et chalutages nous ont permis de remonter de riches récoltes d'invertébrés et de vertébrés marins, et de recueillir de nouvelles données sur la morphologie et la distribution de plus de 4000 espèces. » Parmi ces découvertes figurent de nouvelles espèces d'hétéropodes (famille des escargots), de mollusques, de crustacés, d'échinodermes, de spongiaires et de poissons. Le poisson-lanterne constitue sans doute l'espèce la plus abondante des grands fonds. Mesurant 10 à 15 cm, ses organes lumineux lui permettent d'attirer ses proies ou de duper les prédateurs. À de telles profondeurs, les êtres vivants ont des sens très développés et parfois des yeux démesurés pour capter la moindre source de lumière. Pour se nourrir, le poisson-lanterne entreprend chaque jour un long périple ascendant le menant de 1700 m à 100 m de la surface. Comme lui, certaines méduses, calmars, pieuvres et autres céphalopodes effectuent cette impressionnante migration verticale en un temps record.

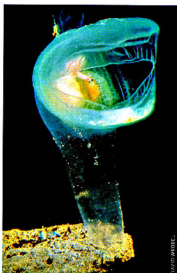
## Un invertébré de 18 m de long

Beaucoup moins connu des scientifiques, le mythique *archéenatis*, un calmar géant, leur donne du fil à retordre. Pêché à des profondeurs pouvant atteindre plus de 1000 m ou retrouvé - mort - sur les plages ou dans le ventre de cachalots, l'animal intrigue toujours le monde scientifique. Ce céphalopode, l'un des plus grands invertébrés connus, peut atteindre 18 m et peser 100 à 200 kg. S'il hante la littérature depuis quelques siècles déjà, il ne s'est jamais laissé observer vivant. De nombreuses missions ont pourtant cherché à le surprendre dans son milieu naturel. Dernière en date, une expédition espagnole a tenté de prendre au piège l'animal en immergeant des caméras bardées d'appâts au large de la côte atlantique. Elle est revenue bredouille, alors que, ironie du sort, des pêcheurs remontaient dans leurs filets à quelques kilomètres de là un magnifique spécimen... mort ! « C'est un animal qui nage et se déplace. Il peut vivre par 1000 m de fond et probablement plus. Et il est impossible à localiser », s'amuse Renata Boucher-Rodoni, spécialiste des céphalopodes au Muséum national d'histoire naturelle. L'étude d'animaux morts a néanmoins renseigné les scientifiques sur la croissance rapide du calmar. Mais l'animal reste une énigme. « Nous savons seulement qu'il utilise un mode de reproduction particulier, commente Renata Boucher-Rodoni. Le mâle perforé la femelle et implante ses spermatophores directement dans les muscles. »

Plus profondément encore, à partir de 2000 m sous le niveau de la mer, s'ouvre un autre monde, ténébreux, également peuplé par un monstrueux bestiaire. Si de

rares photos ont permis au grand public de faire connaissance avec des poissons aux yeux perçants et aux dents disproportionnées, la plupart ne mesurent souvent que quelques centimètres de long. À 2000 m, l'obscurité est totale, la pression 200 fois plus forte qu'en surface et la température avoisine 3 °C. Adaptée à ce milieu hostile, la morphologie de ces créatures défie l'imagination. Appelés baudroie des abysses, diable de mer ou grand goussier, ces vertébrés sont des sédentaires à faible musculature qui supportent la pression en économisant leur énergie. Ils se déplacent lentement et, pour se nourrir, attendent patiemment le passage d'une proie à leur goût. Carnivores ou nécrophages, ces étranges créatures luttent chaque jour pour leur survie. Car une infime quantité de la matière organique produite en surface atteint la zone sombre, sous forme de particules (déchets) et de cadavres (de 0,1% à 10% selon la profondeur et le type de milieu). Plus de 18 espèces de baudroie vivent dans les profondeurs de l'océan Indien, de l'océan Atlantique et du Pacifique. Elles mesurent de 7 à 10 cm et vivent jusqu'à 3000 m de profondeur. Observés grâce à des engins de l'extrême permettant l'exploration des grandes profondeurs, ces animaux sont impossibles à étudier en laboratoire. « Une fois remontés à la surface, ils peuvent supporter le changement de pression. En revanche, la variation de température leur est généralement fatale », explique Patrick Geistdoerfer.

L'hostilité de cet univers a longtemps fait croire aux chercheurs que ce peuplement résiduel constituait la



Poursuivi de siphons latéraux, le tuncier *Megalocyclops gobes* les proies qui passent à sa portée.



Les gorgones prennent racine dans la vase et constituent des colonies arborescentes d'animaux-fleurs.



À bord de l'*Atalante*, le navire océanographique de l'Ifremer, les microbiologistes examinent leurs "prises".

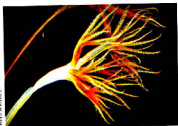
→ seule vie en grande profondeur. Jusqu'à ce qu'en 1977 le géologue John Corliss, descendu explorer, à bord du sous-marin *Alvin*, des formations volcaniques par 2600 m de fond au large des Galapagos, découvre que, sur une dorsale océanique, certaines zones grouillent de vie. C'est la stupefaction. « *Nous ne pensions pas qu'il pouvait exister une faune abondante dans une zone profonde sans lumière, se souvient Daniel Desbruyères, chercheur au département Environnement profond de l'Ifremer. Selon le modèle en vigueur, la biomasse (la masse totale des êtres vivants sur une surface donnée) diminuait proportionnellement à la profondeur et à l'éloignement des côtes.* »

### Vivre hors de toute photosynthèse

Or, au fond de l'océan, se dressent d'énormes cheminées dépassant parfois les 20 m, d'où jaillit un panache noir d'eau bouillante. Ces sources d'eau surgies des profondeurs de la Terre apparaissent dans les interstices séparant les plaques tectoniques. Baptisés "fumeurs noirs", ces geysers peuvent atteindre une température de plus de 450 °C dans le panache de fumée. Autour de ces sources hydrothermales, les scientifiques ont découvert des communautés entières d'organismes de grande taille qui représentent un phénomène étrange et nouveau : des vers de plus de 2 m de long voisinant avec des grands mollusques bivalves. Alors que la quasi-totalité de la vie sur la planète dépend de la lumière solaire et de l'oxygène, ces peuplements prolifèrent en dehors de toute photosynthèse ! Mieux : la vie parvient

à naître malgré la forte teneur de l'eau en métaux lourds et en sulfures, des poisons mortels pour les êtres vivants habituels. L'explication tient à l'existence d'un processus étonnant : la chimiosynthèse. L'énergie utilisée par les micro-organismes présents au voisinage des sources et au sein des organismes est liée à un processus chimique, indépendant de la lumière mais qui se produit en présence d'oxygène. Les bactéries trouvées sur le substrat, dans les particules en suspension, dans le panache hydrothermal et dans les tissus de certains invertébrés sont capables de casser les molécules de sulfure d'hydrogène à l'aide de l'oxygène qu'elles prélèvent dans l'eau de mer pour en tirer des sulfates et de l'énergie. Cette énergie est alors utilisée pour fixer le carbone et fabriquer les carbo-hydrates nécessaires à la vie. « *Nous avons déjà observé des processus de chimiosynthèse, dans l'étude des geysers par exemple, mais nous n'aurions jamais pu imaginer qu'une telle chaîne alimentaire puisse se développer dans les fonds océaniques selon ce mécanisme chimique* », explique François Lallier, chercheur au Centre d'océanographie et de biologie marine de Roscoff, partenaire de l'Ifremer, à l'origine des recherches françaises dans ces milieux.

Des animaux comme les moules géantes et les vers riftia ont, quant à eux, une autre stratégie... tout aussi particulière. « *Ils établissent avec les micro-organismes une relation de symbiose, poursuit François Lallier. Le ver géant riftia commence par absorber les molécules énergétiques contenues dans le fluide hydrothermal (surtout l'hydrogène sulfuré, son préféré), et dans l'eau de mer environnante pour l'oxygène et le dioxyde de carbone. Ces composés sont alors transportés par son hémoglobine jusqu'aux bactéries qui habitent à l'intérieur de l'animal. Dans cette drôle de coopération, les animaux se nourrissent des bactéries à qui ils avaient offert le gîte et le couvert...* » Les poissons et les crustacés forment le maillon carnivore de cette chaîne alimentaire. Les océanographes recensent aujourd'hui 600 espèces animales vivant autour des sources, dans l'océan Pacifique et l'océan Atlantique. Une cinquantaine d'espèces de poissons y prolifèrent, mais seulement six ou sept vivent sur les sources elles-mêmes, dans les zones les moins chaudes. Au fil du temps, les fumeurs se déplacent avec les espèces animales qui en dépendent. Un mystère demeure, mais de taille : la durée de vie de certaines sources, qui ne dépasse pas les dix ans. Comment la faune parvient-elle dès lors à subsister dans un milieu aussi éphémère ? L'une des réponses tient à l'existence de sources chaudes sur toutes les dorsales océaniques. « *On peut imaginer que les poissons se déplacent d'une source à l'autre et que les espèces fixées*



Cousine de la méduse, cette plume de mer va chercher sa nourriture en surfant sur les courants ascendants.



Observation in vivo d'un ver palmier à bord de l'Alatante.



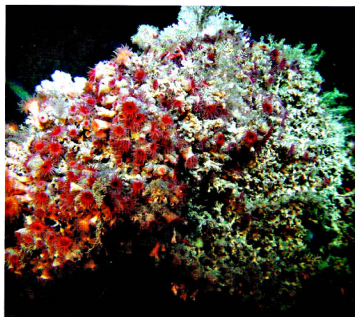
Cet essaim de crevettes *Rimicaris exoculata* prospère autour d'un fumeur noir.

migrent sous forme de larves planctoniques entre deux sources», propose Daniel Desbruyères, de l'Ifremer. Un autre indice tient à la découverte, sur certaines marges continentales, de sources de fluides "froids" et de communautés comparables fondées également sur la chimiosynthèse. Connus depuis 1984, « ces "suintements froids" ont été mis en évidence grâce à la présence de communautés biologiques particulières dans des zones de marges passives à l'occasion d'explorations pétrolières dans le golfe du Mexique et, récemment, au large du Gabon – un partenariat entre l'Ifremer et Total », explique Myriam Sibuet.

## Chaud et froid

Des zones d'émission de fluides ont été repérées presque simultanément dans des zones de subduction, là où une plaque océanique s'enfonce sous une plaque continentale. Les sites explorés en 1985 au large de l'Oregon, sur une marge active, puis en 1986 dans les fosses du Japon, lors de plongées du submersible français *Nautille*, donnent les premières informations sur la faune et la composition chimique des fluides. Ces émissions de fluides, chargés en méthane et parfois issus de la dissociation d'hydrates de gaz enfouis, peuvent être liées, dans les zones de marges passives, à des phénomènes de tectonique salifère favorisant les remontées d'hydrocarbures et, dans les zones de subduction, à des phénomènes de compression de sédiment et de fluide interstitiel. Présents dans toutes les mers, entre 400 et 6000 m de profondeur, ces suintements froids pourraient avoir une durée de vie de plusieurs centaines d'années. Ils pourraient même représenter une étape fondamentale dans l'adaptation de la faune d'un milieu à l'autre.

Autre étrangeté, soulignée par Myriam Sibuet, « les espèces découvertes sur les sources froides sont très voisines de celles des sources chaudes. Comme dans le milieu hydrothermal, ces communautés sont dominées par des invertébrés de grande taille vivant en symbiose avec des bactéries, mais les espèces sont endémiques et vivent plus ou moins enfouies dans le sédiment ou incrustées dans des concrétions carbonatées elles-mêmes formées grâce aux fluides ». Autre point commun : la biomasse de ces écosystèmes est très élevée. Certains agrégats atteignent jusqu'à 50 kg de matière vivante par mètre carré. À partir d'échantillons issus de forages, l'équipe de John Parkes, de l'université de Cardiff, en Grande-Bretagne, a même estimé que cette biomasse souterraine pourrait être supérieure à celle présente sur l'ensemble de la surface de la Terre ! Une hypothèse prise avec précaution par le reste de la communauté scientifique. « De nombreux travaux seront encore nécessaires avant de répondre précisément à cette question. En



revanche, le niveau d'activité et la vitesse de diffusion de ces micro-organismes semblent faibles, et cette biomasse doit être peu active en comparaison de celle de la surface », estime Joël Querellou, microbiologiste à l'Ifremer.

Reste que l'étude de l'adaptation physiologique de ces organismes ouvre aux scientifiques des perspectives de recherche nouvelles. La vie serait-elle née dans les abysses ? Et l'hydrothermalisme océanique en serait-il la clé ? « La toxicité de cet environnement rappelle en effet les conditions hostiles régnant sur la terre primitive et les molécules présentes sont celles requises par une origine chimique de la vie », constate l'écophysiologiste Franck Zal. L'ancienneté extrême de certains micro-organismes hydrothermaux appuie cette thèse. En outre, des traces fossiles, interprétées comme des micro-organismes, ont été retrouvées dans des roches volcaniques (éteintes) d'origine hydrothermale datant de 3,2 milliards d'années. Pour Franck Zal, « si les sites hydrothermaux fossilisés les plus anciens présentent des traces de vie, certaines sont fortement contestées. On est encore loin de comprendre comment les premiers organismes vivants ont pu naître de molécules organiques, initialement formées ». Et comme une hypothèse chasse l'autre, l'idée selon laquelle l'ancêtre commun de toutes les bactéries aurait vécu à haute température dans les sources est aujourd'hui contredite par une autre théorie, celle qui suppose que les organismes à ARN (le constituant génétique précurseur de l'ADN) auraient précédé ceux à ADN. Or une chaleur extrême détruit l'ARN, considéré depuis toujours comme l'origine du monde vivant ! Les biologistes penchent donc aujourd'hui pour une origine "tiède" de la vie et espèrent un jour trouver des fossiles plus anciens dans les abysses. Les recherches ne font que commencer... ■

## Du corail par 3°C

Par 2 000 m de fond, dans l'obscurité et à des températures descendant jusqu'à 3°C, vivent des banciers de corail. Ces coraux dits "froids" se nourrissent de plancton et de débris organiques provenant de la surface. L'espèce la plus répandue en Europe est la *Lophelia pertusa*, qui forme parfois des collines de 100 m de haut. Le massif ci-dessus a été photographié à 1 000 m de profondeur dans la zone Porcupine, à l'ouest de l'Irlande. Comme les massifs coralliens du littoral, que la Fondation Total pour la biodiversité et la mer contribue à protéger en soutenant un programme international de recherche, les coraux des grands fonds sont mis en danger par les activités humaines, notamment par la pêche.