



CARNETS  
DE  
SCIENCES

Juliette Ravaux  
Sébastien Duperron

# Secrets de l'océan profond

éditions  
Quæ

ISBN : 978-2-7592-4252-8

Juliette Ravaux  
Sébastien Duperron

Secrets  
de l'océan  
profond

Éditions Quæ

## Sur la même thématique

### La vie en milieu extrême

Juliette Ravaux, Sébastien Duperron, 2022, 144 p.

### Géants des profondeurs

Ángel Guerra, Michel Segonzac, 2024, 98 p.

### Pour citer cet ouvrage

Ravaux J., Duperron S., 2026, *Secrets de l'océan profond*,  
Versailles, éditions Quæ, 144 p.

Les éditions Quæ réalisent une évaluation scientifique des manuscrits avant publication dont la procédure est décrite ici : <https://www.quae.com/store/page/199/processus-d-evaluation>.

Le processus éditorial s'appuie également sur un logiciel de détection des similitudes et des textes potentiellement générés par intelligence artificielle.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex, France

[www.quae.com](http://www.quae.com)

[www.quae-open.com](http://www.quae-open.com)

© Éditions Quæ, 2026

ISBN papier : 978-2-7592-4251-1

ISBN PDF : 978-2-7592-4252-8

ISBN epub : 978-2-7592-4253-5

ISSN : 2110-2228

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 18, rue du Quatre-Septembre, Paris 2<sup>e</sup>.

# SOMMAIRE

Remerciements.....	4
Qu'est-ce que l'océan profond ? .....	7
<b>À QUOI RESSEMBLENT LES PROFONDEURS ?</b> .....	11
Une diversité de paysages.....	11
Une variété de climats.....	24
Si loin, si proches : profondeur et surface sont des univers connectés.....	28
<b>ADAPTATION À LA VIE DANS LES GRANDS FONDS</b> .....	35
Se repérer dans la nuit des abysses .....	35
Disette dans les bas-fonds.....	50
Reproduction dans le noir... des rencontres rares.....	70
<b>LES FAUNES ABYSSALES D'AUJOURD'HUI ET D'HIER</b> .....	81
Des espèces rares, mais diverses.....	81
Migration dans les grands fonds .....	86
L'océan profond et ses habitants au fil du temps.....	100
<b>LES ABYSSES DANS L'ANTHROPOCÈNE</b> .....	111
De grands fonds utilisés.....	114
Et l'océan profond menacé ! .....	127
Un patrimoine mondial de l'humanité.....	135
<b>La dernière frontière</b> .....	139
Pour en savoir plus.....	141
Crédits iconographiques .....	143

# REMERCIEMENTS

Ce livre est le fruit d'échanges stimulants et joyeux, et nous remercions chaleureusement nos éditrices Véronique Véto et Christelle Fontaine de nous avoir embarqués dans cette nouvelle expédition littéraire.

Nous tenons à remercier nos collègues d'avoir répondu avec enthousiasme à nos demandes, et de nous avoir apporté une aide précieuse en relisant les textes et en envoyant des documents : Michel Segonzac (attaché honoraire au MNHN) et un relecteur ou une relectrice anonyme, Germain Bayon (Ifremer, Brest), Fanny de Busserolles (University of Queensland, Australie), Laure Corbari (MNHN, Paris), Erik Cordes (Temple University, Philadelphia, États-Unis), Antoine Crémère (université de Bretagne occidentale), Perrine Cruaud (université Claude Bernard, Lyon), Élise Delcour (université de La Réunion), Sylvie Gaudron (université de Lille), Fanny Girard (University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, États-Unis), Shana Goffredi (Occidental College, Los Angeles, États-Unis), Alan Jamieson (University of Western Australia), Steffen Kiel (Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Suède), Audrey Mat (University of Vienna, Autriche), Ninon Robin (CNRS, Rennes), Arunima Sen (Arctic University of Norway, Svalbard, Norvège), Adrien Vigneron (université Claude Bernard, Lyon).

Nous souhaitons également rendre hommage aux équipes des navires et des sous-marins, essentielles à l'exploration des grands fonds.

Nous sommes profondément reconnaissants à Françoise Gaill, Myriam Sibuet et Nicole Dubilier, qui nous ont ouvert la porte des abysses.

Dans cette aventure littéraire comme dans nos expéditions abyssales, nous sommes heureux de pouvoir compter sur nos familles.

À la mémoire de Myriam Sibuet, grande dame de l'océan profond.

---

Les grands fonds  
abritent des créatures  
étonnantes.





# QU'EST-CE QUE L'OCÉAN PROFOND ?

« La mer, c'est l'abîme plein jusqu'au bord. »

Jules Renard, *Journal de 1893-1898*

La planète Terre est mal nommée. Les terres parsèment la surface du globe telles des îles au milieu d'une immensité liquide ; elle devrait plutôt s'appeler planète Océan ! Sous la lumière du soleil, la surface océanique se pare de couleurs qui valent à la Terre son surnom de planète bleue. Mais cet océan ne se limite pas à une vaste étendue bleutée, il s'enfonce à des profondeurs moyennes avoisinant 4 kilomètres, et plonge même à plus de 10 kilomètres. Les eaux de surface forment ainsi une fine couverture éclairée surmontant un gigantesque océan profond et sombre. La planète bleue est donc en réalité une planète Océan noire ! En tant qu'espèce terrestre, nous ne faisons pas partie de ce biome, pourtant de loin le plus vaste. Pendant des milliers d'années, nous n'avons fait qu'en effleurer la surface, pour nous nourrir ou voyager. Longtemps inaccessible à notre espèce, l'océan a alimenté notre imagination et nous avons peuplé ses profondeurs de créatures fantastiques et terribles, la baleine de Jonas, le kraken, le Léviathan, les sirènes, le serpent de mer... L'océan profond est longtemps resté une contrée lointaine et fantasmée.

## Les humains et l'océan profond : de l'imaginaire à la connaissance

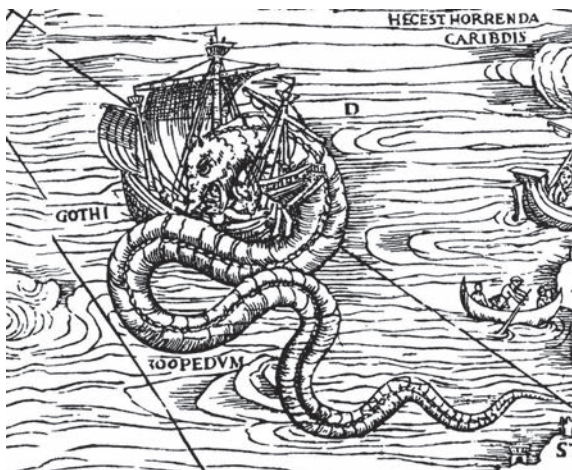
C'est à partir du XIX<sup>e</sup> siècle que la connaissance va commencer à prendre le pas sur les croyances. Ce siècle est marqué par une découverte majeure qui va changer notre représentation de l'océan profond, résumée par les mots de Jules Michelet (1861) : « L'animalité est partout. Elle emplit et peuple tout. » La première moitié du siècle est dominée par l'image d'un abîme éternellement glacé, déserté de toute faune en raison de l'absence de lumière et de la pression élevée. La frontière de cet abîme serait peuplée de créatures voraces, dignes des récits de monstres, tout un monde de prédateurs se dévorant les uns les autres par manque de nourriture. Des profondeurs inhospitalières, une vision essentiellement anthropocentrée qui veut que la faune marine ne



La planète bleue vue depuis l'espace au-dessus de l'océan Pacifique.

### Page de gauche

La profondeur moyenne de l'océan est proche de 4 kilomètres.



La *Carta marina*, créée par Olaus Magnus entre 1527 et 1539, est la plus ancienne carte détaillée des pays nordiques, présentant la géographie et les noms de lieux de cette période.

puisse descendre au-delà des limites supportables par l'être humain. À cette époque, les savants ne disposent que d'instruments rudimentaires immergés depuis la surface, ils sont donc contraints d'élaborer ce panorama des abysses en extrapolant leurs connaissances du milieu continental et de quelques zones marines localisées. Ainsi, le naturaliste Edward Forbes, après avoir constaté la raréfaction de la faune au-delà de 550 mètres de profondeur en mer Égée, expose en 1843 sa « théorie azoïque » postulant l'absence de vie profonde, qui fut alors érigée en loi universelle. Mais cette loi avait ses contradicteurs et, dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est la bascule : la théorie azoïque est balayée et l'idée d'une vie dans l'océan profond s'impose. Avec l'essor de l'océanographie, les expéditions se multiplient et les preuves s'accumulent au fur et à mesure des prélèvements d'animaux de plus en plus profonds, avec en point d'orgue la célèbre expédition britannique du HMS *Challenger* (1872-1876). Durant plus de trois années de navigation, l'équipe a parcouru plus de 120 000 kilomètres à travers tous les océans du globe, et a recueilli un nombre considérable de données de zoologie, de physique et de chimie marines. À la même période, les naturalistes Charles Wyville Thomson et George Wallich qualifient l'abîme marin de « terre promise » et de « terra incognita », prémices de l'exploration à venir. La seconde révolution aura lieu au siècle suivant, avec l'arrivée des sous-marins à partir des années 1930, mais surtout après la Seconde Guerre mondiale. Le point le plus profond de l'océan, dans la fosse des Mariannes, sera atteint dès 1960 par le bathyscaphe *Trieste*. En 1977, le grand public découvrira les premières images des fumeurs noirs et des animaux hydrothermaux ; un peu plus tard, celles des oasis autour des zones d'émissions de méthane, et celles des « jardins » animaux et microbiens se développant sur les os de baleines. Plus récemment, la découverte de la production d'oxygène par les nodules polymétalliques ou celle de faunes vivant sous les croûtes hydrothermales nous montrent que l'exploration n'est pas terminée !

## Dans ce livre...

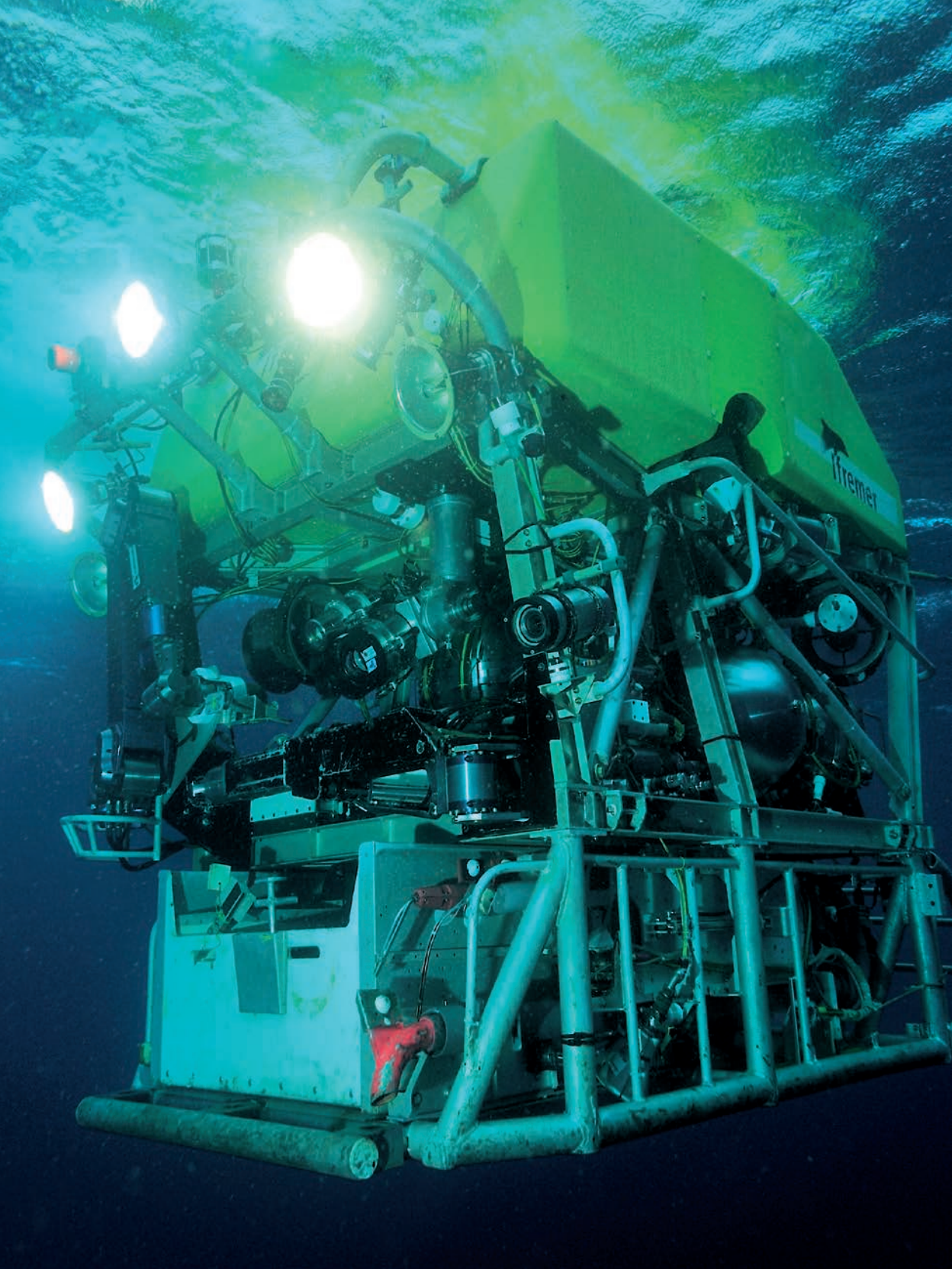
Après deux siècles de recherche, quelle image peut-on donner aujourd'hui de l'océan profond ? Et pour commencer, peut-on définir une frontière entre celui-ci et les eaux de surface ? Cette question n'est pas anodine et il n'y a pas de réponse simple. Le terme *océan profond* est le plus souvent utilisé

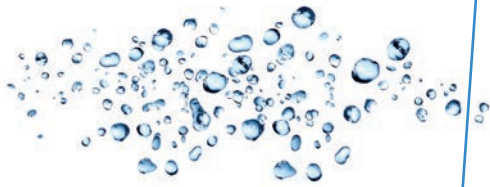


pour qualifier la zone en dessous de 200 mètres. Établie il y a plus d'un siècle, cette limite est aujourd'hui considérée comme arbitraire, car elle ne correspond à aucune démarcation nette, ni dans la pénétration de la lumière solaire ni dans la distribution des espèces connues. Certains auteurs plaident pour la placer plutôt vers 1 000 mètres, car au-delà de cette profondeur la lumière du jour n'est plus du tout détectable, et les variations de température sont minimales. Mais le débat n'est pas clos. Quant au domaine des abysses — du grec *ábyssos* signifiant « sans fond, d'une profondeur immense » —, il s'étendrait au-delà de plusieurs milliers de mètres de profondeur, mais là encore la frontière reste floue. Dans ce livre, nous esquissons un panorama de l'océan profond, en nous baladant dans cette zone dont la définition même est mouvante. Et comment pourrait-il en être autrement, puisque nous n'en avons encore exploré qu'une infime partie ? Nous allons parcourir les profondeurs marines à la découverte des paysages et des climats qui imposent des conditions extrêmes au vivant, et des liens forts qui unissent l'océan profond et la surface. Nous irons à la rencontre des organismes qui vivent dans ces eaux profondes, sombres et froides, lieux d'adaptations étonnantes. Nous dépeindrons la géographie des faunes profondes d'aujourd'hui, et nous élargirons notre point de vue pour nous interroger sur leur origine qui pourrait aussi, pourquoi pas, nous amener un jour jusqu'à l'origine de la vie. Enfin, nous verrons comment, entre exploitation, inspiration, enjeux et menaces, l'océan profond est entré dans l'anthropocène. Si loin, et maintenant si proche, l'océan profond est un bien de l'humanité, notre océan à tous !



Gravure sur bois.  
Le HMS *Challenger*  
au large de la pointe  
sud des îles Kerguelen,  
1870.





## À quoi ressemblent les profondeurs ?

Lors d'une plongée en submersible, l'obscurité marque l'entrée dans le domaine profond. La lumière solaire diminue puis disparaît progressivement : le rouge d'abord, puis le jaune, le vert, jusqu'au grand bleu, dernière étape avant l'obscurité complète. Sans cette lumière, impossible pour les organismes de faire de la photosynthèse, il n'y a donc ni algues ni plantes dans l'océan profond. Pendant longtemps, on a cru que cela empêchait toute nouvelle production de matière organique, ce qui le rendait vide de vie. Même si cette idée a parfois persisté jusque récemment dans l'imaginaire populaire, elle a été contredite dès le XIX<sup>e</sup> siècle par les découvertes réalisées lors de nombreuses expéditions.

## ■ Une diversité de paysages

On sait aujourd'hui que la vie est bien présente jusqu'au point le plus profond de l'océan mondial, et plus de 150 ans d'exploration des grands fonds nous ont révélé l'immense et surprenante diversité des paysages sous-marins.

### Le fond des océans est une mosaïque de reliefs

C'est dans le dernier tiers du XIX<sup>e</sup> siècle, notamment à partir de l'expédition du HMS *Challenger* (1872-1876), que l'on comprend que l'océan profond n'est pas le même partout sur le globe. Les grands fonds sont une mosaïque de reliefs bien distincts. Pour l'explorer, les océanographes disposent de nos jours de puissants outils, basés notamment sur la pénétration et sur la réflexion d'ondes sonores émises depuis la surface. Les sonars permettent la cartographie des fonds à différentes échelles, allant de la cartographie rapide de larges zones avec une résolution limitée à l'analyse à très haute résolution de petites structures ; ils permettent même d'explorer les couches de sédiments sous-jacentes. Les submersibles, habités ou non, permettent

#### Page de gauche

Le robot sous-marin français *Victor* peut plonger jusqu'à 6 000 mètres de profondeur.

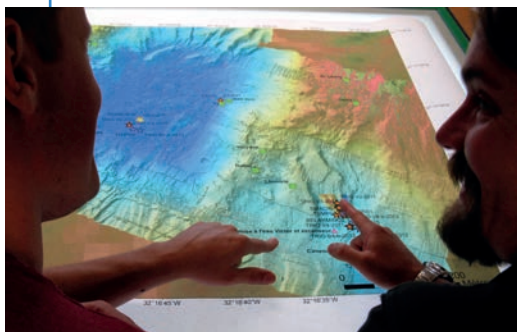


Le robot *Victor* sur le fond près de la ride médio-atlantique.

quant à eux l'observation directe des fonds et la récolte précise d'échantillons en documentant leur environnement physique, chimique et biologique.

Si l'on pouvait observer les reliefs sous-marins comme ceux des terres émergées, ils formeraient des paysages spectaculaires. Ainsi le talus continental, cette pente qui marque le passage du bord du plateau continental peu profond (100–400 mètres) vers la plaine abyssale située à plusieurs milliers de mètres, ressemblerait à une falaise particulièrement haute et abrupte. Certains canyons sous-marins ont des dimensions qui feraient pâlir le Grand Canyon, pourtant profond de 1 800 mètres. Les dorsales océaniques forment quant à elles un gigantesque réseau de chaînes de montagnes et de volcans sous-marins, qui s'élève jusqu'à plusieurs milliers de mètres au-dessus du plancher océanique et s'étend sur plus de 65 000 kilomètres le long des bordures des plaques tectoniques, parcourant les océans du globe à l'image des coutures d'une balle de base-ball. Ces « sommets » nous demeurent toutefois invisibles car immergés, et les éruptions passent la plupart du temps inaperçues depuis la surface. Les dorsales émergent cependant en quelques

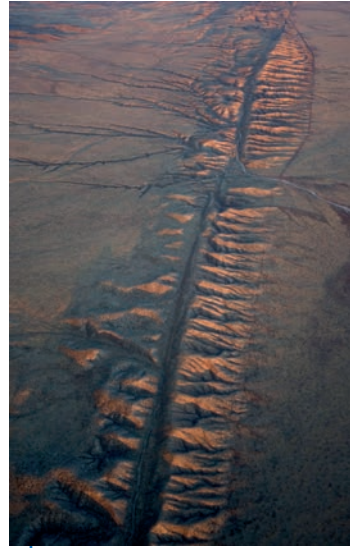
Repérage bathymétrique au cours d'une campagne.



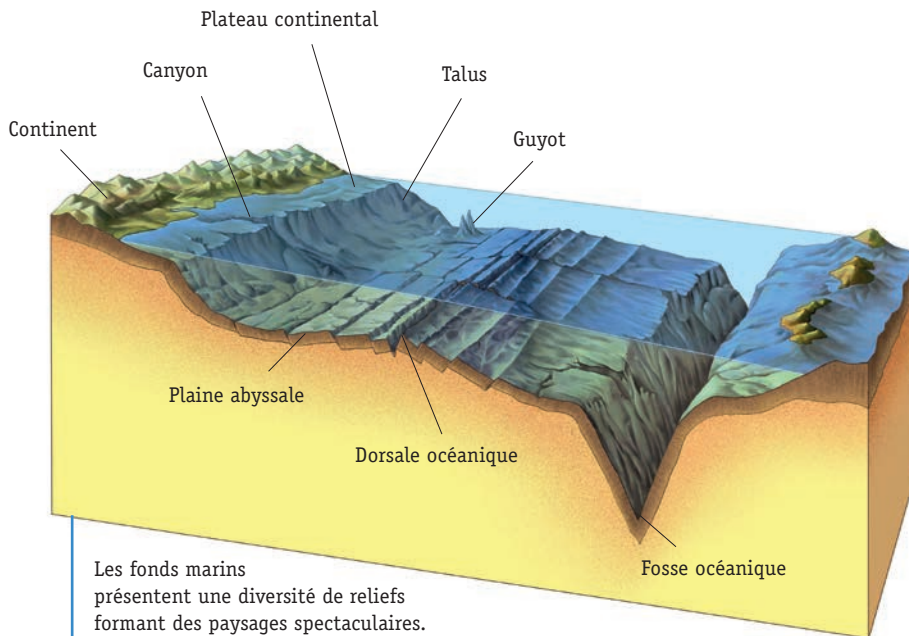
points particuliers du globe, comme en Islande, où il est possible de se promener à l'air libre dans le fossé d'effondrement (graben) situé entre la plaque eurasienne et la plaque nord-américaine, près du site historique de Thingvellir, lequel, pour l'anecdote, fut également le lieu de rassemblement d'un des plus anciens parlements du monde, fondé en 930. La dorsale est-pacifique est quant à elle visible sur le continent américain, où elle porte le nom de faille de San Andreas, et longe la Californie en



traversant les villes de San Francisco et de Los Angeles, où elle provoque de fréquents séismes. Les fosses océaniques, découvertes dès l'expédition du HMS *Challenger* — qui a d'ailleurs donné son nom à l'une des plus profondes — peuvent atteindre jusqu'à 10 912 mètres de profondeur, record détenu par la célèbre fosse des Mariannes. Si l'on y déposait l'Everest et ses 8 848 mètres, son sommet serait encore à 2 kilomètres sous la surface ! Même hors de ces zones, la plaine abyssale est loin d'être monotone. Elle est ponctuée de nombreux monts isolés qui ont longtemps été ignorés. C'est seulement à partir de 1945 qu'Harry Hess les décrit en grand nombre à partir de données de sonars collectées lors de son passage dans la marine américaine au cours de la Seconde Guerre mondiale. Ces montagnes sous-marines aplaties au sommet lui évoquent la forme d'un bâtiment particulier de l'université de Princeton. Ce bâtiment est nommé en hommage au géologue Arnold Henri Guyot ; c'est ainsi que Hess baptisera « guyots » ces monts sous-marins. Il s'agit d'anciens volcans éteints issus de l'activité de la dorsale ou de points chauds d'activité volcanique intense, érodés puis déplacés par le mouvement des plaques. De taille très variable, quelques-uns peuvent atteindre de grandes dimensions tant en hauteur (jusqu'à 4 000 mètres au-dessus du fond) qu'en superficie. On estime qu'il y en a sans doute plusieurs dizaines de milliers dans l'océan mondial, principalement localisés dans le Pacifique et beaucoup plus rares dans l'Atlantique.



Vue aérienne de la faille de San Andreas, Californie, États-Unis.



Les fonds marins présentent une diversité de reliefs formant des paysages spectaculaires.



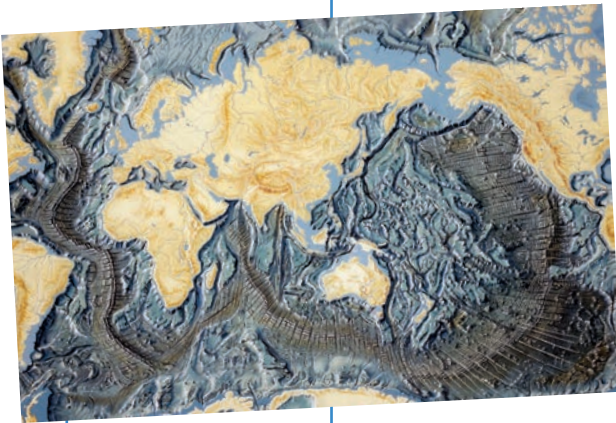
## Connaît-on mieux la Lune que le fond des océans ?

On connaît actuellement mieux la surface de la Lune et de certaines planètes du système solaire que le fond de nos océans. Si la surface des astres est observée à l'aide de caméras atteignant une résolution de quelques dizaines de centimètres, le fond des océans se situe sous une épaisse couche d'eau et ne peut être observé de la même manière. Seuls 26 % des fonds océaniques étaient cartographiés en 2024, avec une résolution de l'ordre de quelques centaines de mètres.

Avant le XIX<sup>e</sup> siècle, les méthodes de cartographie consistaient à descendre un plomb attaché à un câble dans la colonne d'eau jusqu'à ce qu'il touche le fond. La méconnaissance des fonds marins donne lieu à des hypothèses farfelues, comme celle selon laquelle ils seraient recouverts de glace. L'avènement des technologies acoustiques et des méthodes sismiques à partir de 1920 marque un tournant ; l'amélioration de ces techniques jusqu'au plus récent système de sondeur bathymétrique multi-faisceau a permis d'obtenir des quantités considérables de données bathymétriques. Malgré cela, de grands pans des fonds océaniques restent inexplorés.

Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, à l'initiative du prince Albert 1<sup>er</sup> de Monaco, un programme baptisé Gebco (General

Bathymetric Chart of the Oceans) a pour ambition de rassembler les données bathymétriques mondiales afin d'établir des cartes globales des fonds océaniques. Opérant sous les auspices de l'Unesco, le Gebco s'est récemment associé à la Nippon Foundation, afin de cartographier 100 % des océans mondiaux d'ici 2030. Au début de cette initiative en 2017, seuls 6 % des océans étaient cartographiés. Après seulement sept ans de travail, cette surface a été multipliée par quatre, une belle réussite même s'il reste les trois quarts des fonds à parcourir. Pour cela, l'accent est mis sur la collaboration internationale afin de collecter toutes les données disponibles dans le domaine public, mais aussi dans les entreprises qui possèdent des navires équipés de sondeurs. Cartographier les océans a aussi été identifié comme une priorité par les Nations unies lors du lancement de la Décennie pour les sciences océaniques au service du développement durable (2021-2030). Connaître les reliefs des fonds marins est essentiel pour comprendre la circulation océanique et le climat, pour gérer les ressources et la conservation des écosystèmes, pour établir le tracé des câbles et des pipelines, pour la sécurité publique (comme la prévision des tsunamis), et pour bien d'autres domaines encore.



Carte du fond des océans dessinée dans les années 1960 par Marie Tharp et Bruce Heezen.



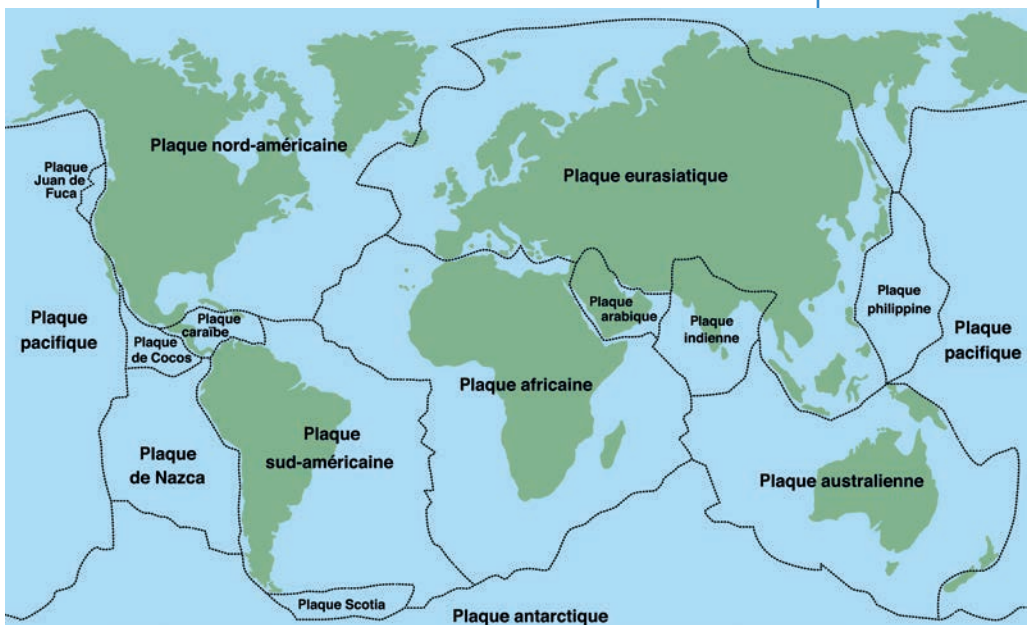
## Des reliefs changeant au gré des soubresauts géologiques et des catastrophes sous-marines

Ces reliefs sous-marins sont la manifestation directe des processus géologiques sous-jacents qui affectent l'écorce terrestre, le plus important étant la tectonique des plaques. Ces plaques, dont certaines portent les continents émergés, sont mobiles les unes par rapport aux autres, se déplaçant de quelques millimètres à quelques dizaines de centimètres par an selon les régions. Dans les zones de subduction, où les plaques se rencontrent, une plaque (la plus souvent océanique) passe sous une autre et forme ainsi une fosse océanique. Dans les zones où les plaques s'éloignent l'une de l'autre, le magma affleure au plus près de la surface de la croûte terrestre et conduit à l'émission de lave. En refroidissant au contact de l'eau de mer, par exemple sous la forme de lave en coussins (ou pillow-lava), elle va former le plancher océanique. Outre ce volcanisme localisé aux bordures des plaques tectoniques, il existe des volcans isolés au milieu des plaques, qui traduisent l'existence de points chauds d'activité, comme à Hawaii. Ce type de volcanisme est intermittent, et, puisque la croûte située au-dessus se déplace à la manière d'un tapis roulant, on peut voir apparaître au cours du temps une chaîne de volcans formés à différentes époques, dont seuls les plus jeunes sont encore actifs.



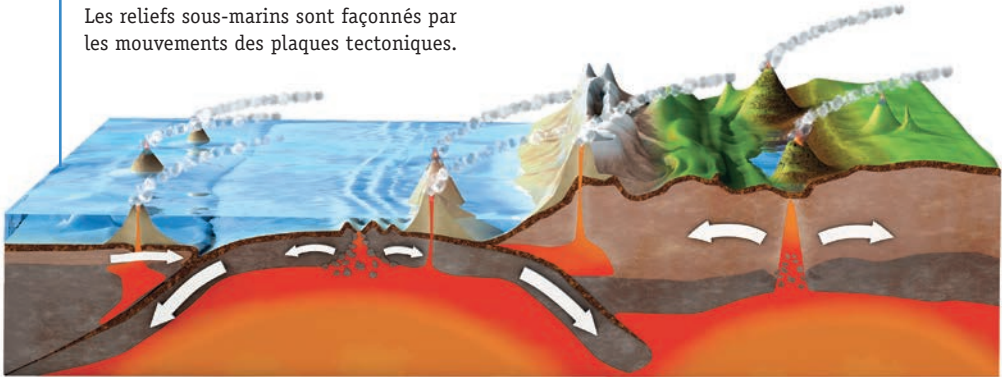
Lave en coussin (pillow-lava) au voisinage du site hydrothermal de Menez Gwen.

Carte montrant les contours des principales plaques tectoniques.





Les reliefs sous-marins sont façonnés par les mouvements des plaques tectoniques.



Les conséquences du volcanisme sous-marin peuvent être brutales. Plusieurs éruptions sous-marines notables ont ainsi été bien documentées. L'une d'entre elles, survenue à Endeavour Field au sud de l'île de Vancouver en 1991, a recouvert de lave des sources hydrothermales sous-marines et leur faune associée, qui étaient alors parmi les plus étudiées par les spécialistes. Cette catastrophe naturelle a donné aux scientifiques l'occasion d'observer comment la faune pouvait revenir coloniser ces sites après de tels événements catastrophiques. Plus proche de nous dans le temps, l'éruption géante marquant la naissance du volcan Fani Maoré survenue par 3 500 mètres de fond, à 40 ou 50 kilomètres de l'île de Petite-Terre à Mayotte, a émis 6 millions de mètres cubes de lave entre 2018 et 2021. L'affaissement de terrain qui en a résulté a entraîné un enfoncement de l'île de Mayotte de 19 centimètres en quelques mois, et elle fut touchée par des séries de séismes atteignant une magnitude de 5,9 sur l'échelle de Richter. Les conséquences de cette éruption sur les organismes du fond restent encore à évaluer, mais l'on peut déjà supposer qu'elles sont importantes, comme le suggère l'observation par les pêcheurs locaux de poissons abyssaux morts en surface. Ces effets sont en revanche bien documentés dans un autre cas, celui de l'éruption du volcan Hunga Tonga en 2022 dans le Pacifique. Plusieurs sites hydrothermaux profonds, situés aux alentours, avaient été explorés en 2019. Trois mois seulement après l'éruption, un retour sur ces sites a montré qu'ils étaient recouverts d'une couche de dépôts de cendres pouvant dépasser un mètre par endroits, ensevelissant la faune. Outre les dégâts directs liés aux émissions de lave et de cendres, les séismes accompagnant l'activité tectonique affectent également les organismes ; ils provoquent des glissements de terrain qui emportent tout, parfois sur de grandes superficies. En outre, ce volcanisme des dorsales, des zones de subduction et des points chauds s'accompagne de phénomènes d'hydrothermalisme.

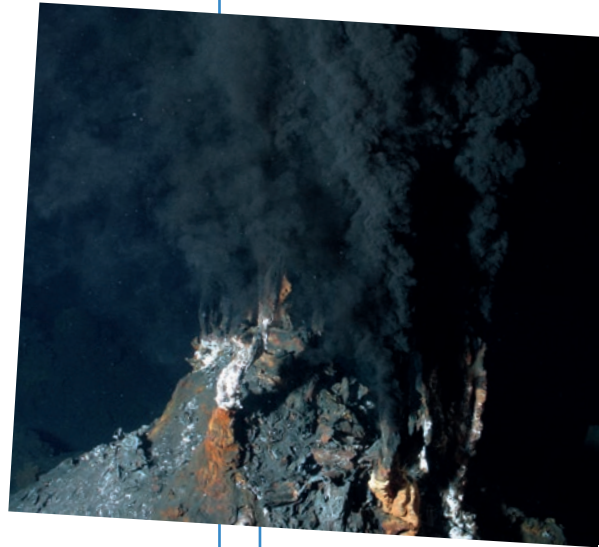


## Volcanisme et sources hydrothermales sous-marines

Si leur existence était prédite par la théorie de la tectonique des plaques, les phénomènes d'hydrothermalisme sous-marin ont été observés seulement en 1977 au large des îles Galápagos par 2 500 mètres de profondeur. La dissipation de l'énergie géothermique au niveau des dorsales est en effet à l'origine de mouvements convectifs d'eau et de fluides à l'intérieur de la croûte océanique. Ces mouvements sont liés à la percolation d'eau de mer qui pénètre à travers les failles de la croûte océanique. Au cours de son trajet dans le manteau terrestre, l'eau de mer froide du fond se transforme en un fluide chaud, acide, pauvre en oxygène, mais riche en composés chimiques présents dans les roches (métaux, sulfure d'hydrogène, dihydrogène, parfois méthane, voire molécules organiques comme sur le site Rainbow localisé sur la ride médio-atlantique). La composition des fluides hydrothermaux dépend de la nature des roches traversées et varie largement d'un site à l'autre, mais aussi dans l'espace et dans le temps au sein d'un même site. Ces fluides surchauffés jaillissent à la surface du plancher océanique sous forme de « fumeurs noirs » à des températures pouvant dépasser les 400 °C, ou diffusent de manière moins spectaculaire dans les fissures du plancher, les émissions à plus basse température prenant l'allure de zones moirées au-dessus des points de sortie.

Les spectaculaires cheminées rocheuses, qui peuvent dépasser plusieurs dizaines de mètres de haut, se forment typiquement à la suite de la précipitation de sulfures associés à des métaux comme le fer, le cuivre ou le zinc au contact de l'eau de mer oxygénée. D'autres types de cheminées se forment par précipitation de carbonates, formant de grandes silhouettes blanches et fantomatiques comme à Lost City dans l'Atlantique. Dès leur découverte, les sources hydrothermales sous-marines sont devenues très célèbres, car elles abritent des communautés animales et microbiennes uniques et remarquables. En 2023, on a même découvert l'existence d'une faune cachée, installée dans le réseau de galeries qui courent juste sous la surface du plancher océanique autour de ces cheminées hydrothermales !

À ce jour, plus de 630 sites hydrothermaux ont été recensés dans le monde, dont 80 % sont localisés sur les dorsales océaniques. Les dorsales les plus rapides, comme celle située à l'est du Pacifique, en abritent davantage que les dorsales plus lentes, comme la ride médio-atlantique, mais on estime qu'il en existe probablement trois à six fois plus.



Des fumeurs noirs sur la ride médio-atlantique.



## Volcans de boues, croûtes, nodules et cicatrices, le fond n'est pas lisse !

Quelques années après la découverte des sources hydrothermales sous-marines, d'autres types d'environnements étranges et inattendus ont été découverts, d'abord dans le golfe du Mexique en 1983, puis dans de nombreuses autres régions du monde. Dans ces zones situées au pied des talus continentaux, le long des marges continentales ou encore plus loin dans les bassins océaniques profonds, de grandes quantités de matière organique d'origine continentale ou marine peuvent s'accumuler au fil du temps, entraînées vers le fond par la gravité. À mesure que cette matière organique s'enfouit dans les couches de sédiments, elle se dégrade à la manière d'un tas de compost sous l'action des micro-organismes (bactéries, archées), mais aussi de la chaleur émise par le manteau terrestre situé au-dessous. À court terme, ce processus libère du méthane dans les sédiments. À plus long terme, à l'échelle des temps géologiques et après un enfouissement profond, cette dégradation peut aboutir à la formation d'hydrocarbures, d'ailleurs exploités dans de nombreuses régions comme du « pétrole offshore ». Dans ces zones, on observe des suintements de fluides sur le fond, qualifiés de froids en comparaison avec les fluides hydrothermaux. Ces fluides contiennent typiquement du méthane, du sulfure d'hydrogène ou encore du dihydrogène. Sur le site de Hopen djupet, situé en mer de Barents à proximité de l'archipel de Svalbard, le sédiment est tellement saturé en hydrocarbures que l'on peut voir des gouttelettes noires perler sur le fond ! Celles-ci remontent ensuite dans la colonne d'eau et forment des nappes d'hydrocarbures visibles en surface, sortes de marées noires naturelles. Des hydrocarbures encore plus visqueux ont été observés dans le golfe du Mexique, et sont décrits comme des

Émission de gouttelettes d'hydrocarbures sur le site de Hopen djupet.

