

BRUNO DAVID



« Seuls quatre hommes ont plongé à plus de 10 000 mètres de profondeur, douze sont allés sur la Lune »



On dit que l'on connaît moins les océans que la Lune: qu'en est-il vraiment?

Bruno David: Effectivement, même si bien sûr on connaît assez bien les zones proches des continents, l'humanité n'a exploré qu'une toute petite partie des profondeurs océaniques. Paradoxalement, on a une idée moins précise de ce à quoi ressemblent les profondeurs océaniques que certaines planètes. En nombre d'individus, seuls quatre (Jacques Piccard, Don Walsh, James Cameron et tout récemment Victor Vescovo) ont plongé à plus de 10 000 mètres de profondeur, dans la fosse des Mariannes, l'endroit le plus profond du monde (10 971 mètres), alors que douze hommes sont allés sur la Lune.

Même du simple point de vue de la cartographie, le fond des océans est mal connu, et il peut même réserver des surprises. Ce fut le cas en 2013, lors de ma dernière grande mission avant d'être nommé président du Muséum. Nous

BIO EXPRESS

1954
Naissance à Lyon.

1979
Thèse sur les échinides (oursins) du Crétacé inférieur.

1996
Directeur du laboratoire de Paléontologie du CNRS à Dijon, devenu Biogéosciences.

2011
Directeur adjoint scientifique de l'Institut écologie et environnement du CNRS, en charge de la biodiversité.

2015
Président du Muséum national d'histoire naturelle.

étions dans l'océan Austral quand, un matin, au réveil, l'équipage nous apprend que le navire aurait pu couler durant la nuit! En pleine mer de Weddell, en Antarctique, nous aurions tous péri. Le bateau était passé au-dessus d'un mont sous-marin inconnu, non répertorié, d'environ un kilomètre de long et qui culminait à 20 mètres seulement de profondeur. Tout autour, les fonds atteignaient 500 mètres. Nous avons trouvé une taupinière dans la Beauce!

Avec nos 12 mètres de tirant d'eau, huit mètres de plus, et la situation aurait pu être dramatique. Nous en avons profité pour l'explorer, le cartographier et le baptiser *Nachtigaller*, c'est-à-dire *Rossignol* en allemand (la nationalité du navire) en référence à un personnage de roman.

Cette anecdote montre bien que l'on est loin de tout savoir sur la topographie des fonds océaniques. Même à faible profondeur, il reste encore des choses à découvrir.

Et l'espace n'est d'aucun secours ?

Bruno David : Non, les satellites ne renseignent que sur la surface. L'exploration des fonds marins et leur cartographie nécessitent un bateau équipé d'un sonar. Toutes nos informations proviennent de navires qui ont sillonné les mers. En certains endroits reculés, les données sont parfois imprécises et ce que l'on pense être une plaine abyssale homogène ne l'est pas. Il y a encore des *mare incognita*.

Comment expliquer cet écart de connaissances entre la Lune et les fonds marins ?

Bruno David : Les océans paraissent proches, mais paradoxalement, il est très difficile d'aller dans l'eau. Nous ne sommes pas faits pour. C'est aussi le cas de l'espace, mais nous avons probablement alloué plus de moyens pour y aller, que pour explorer le fond des mers. Cet écart devrait diminuer dans les prochaines années, notamment grâce à des engins automatisés. Mais le plancher océanique reste un environnement très hostile, ne serait-ce qu'en termes de pression.

Peut-on un jour trouver un endroit plus profond encore que les Mariannes ?

Bruno David : Extrêmement improbable, car nous savons où trouver les très grandes profondeurs. Nous sommes attirés par les extrêmes, que ce soit les plus hauts sommets montagneux ou les endroits les plus profonds. De fait, ces fosses ont été découvertes très tôt, par exemple celle des Caïmans (plus de 7000 mètres de profondeur), en 1873. Et désormais, nous savons que les fosses sont au niveau des zones de subduction, où une plaque tectonique plonge sous une autre. En connaissant le mécanisme de fabrication, on a su où chercher, même si les plus grandes profondeurs avaient déjà été repérées.

Le paysage sous-marin évolue, mais à une vitesse géologique. Rendez-vous dans 500 000 ans pour peut-être voir le record des Mariannes battu. On peut aussi prendre date pour la fermeture de la Méditerranée. Cette mer est l'héritière d'un immense océan, la Téthys, qui rétrécit inexorablement. D'ailleurs, au sud de la Grèce, en Crète, on voit bien la suture de la subduction avec l'Afrique. La Méditerranée va devenir un lac puis éventuellement s'évaporer.

À l'inverse, un océan est peut-être en train de naître en Afrique de l'Est, où l'on observe une zone de divergence, un rift, qui préfigure un océan. Difficile néanmoins d'être catégorique, car on connaît des

exemples de rifts qui ont avorté. Ainsi, l'Alsace est un rift, entre la Forêt-Noire et les Vosges, qui s'est ouvert l'Oligocène, il y a 40 millions d'années. Puis il s'est arrêté... Strasbourg aurait pu être sous l'eau.

Peut-on tenter d'établir une carte d'identité des océans ?

Bruno David : Ils représentent 71% de la surface de la Terre, c'est connu. Ils constituent également 96% du volume biosphérique, c'est-à-dire offert à la vie. Sur les continents, la vie n'occupe qu'une pellicule à la surface, au niveau des sols, et dans les airs, où volent les oiseaux. En revanche, dans les océans, on trouve de la vie dans toute la colonne d'eau. Ce volume biosphérique correspond au final à une enveloppe de 3700 mètres d'épaisseur moyenne sur 71% de la planète.

Autre aspect intéressant, les océans sont orientés selon un axe nord-sud. Ce ne fut pas toujours le cas ! La Téthys dont nous avons parlé était orientée est-ouest. Et ça change tout, notamment en termes de biodiversité. Ainsi, pour le corail, nous avons aujourd'hui des récifs dans les différents océans qui sont autant de zones indépendantes pour leur évolution. En revanche, dans la Téthys, la ceinture climatique tropicale était d'un seul tenant. La structuration spatiale du vivant était plus homogène.

Quels sont les grands jalons de l'exploration des océans ?

Bruno David : Pendant des siècles, elle s'est résumée à... rien. La pression hydrostatique liée à la colonne d'eau empêche de respirer, même *via* un tuba, au-delà d'un mètre de profondeur : les muscles respiratoires deviennent inopérants. On peut bien injecter de l'air sous pression (ce que font les Dupond & Dupont dans *Tintin et le trésor de Rackam le rouge*) pour contrer la pression, mais on est vite limité.

L'avancée majeure est le scaphandre autonome, mis au point dans sa forme actuelle par Jacques-Yves Cousteau et Émile Gagnan en 1943. Dès lors, on pouvait

descendre jusqu'à 50 mètres de profondeur. Une vraie liberté !

Toutefois, dès le XIX^e siècle, de grandes expéditions océanographiques ont commencé à révéler les secrets des fonds marins grâce à des dragues, des chaluts... L'histoire du britannique Edward Forbes mérite d'être rappelée. En mer Égée, il constate que la vie se raréfie avec la profondeur et propose donc, en 1843, qu'il n'y a plus de vie au-delà de 500 mètres. Pourtant, 10 ans plus tard, le câble télégraphique reliant la Sardaigne à l'Afrique du Nord se rompt. Il est remonté et l'on y découvre des organismes fixés qui vivaient à quelque 2000 mètres de profondeur.

Les Anglais piqués au vif – nous sommes à l'époque du grand empire britannique de la reine Victoria – diligent les premiers vrais bateaux océanographiques, d'abord de petits vaisseaux, comme la corvette *Lightning* (*L'Éclair*) puis d'imposants navires militaires désarmés et réaménagés. L'un d'eux, le *Challenger* effectue le premier tour du monde et découvre la vie à 7000 mètres de profondeur dans les Caïmans. On se rend compte que la vie est partout. Viennent ensuite les expéditions d'Albert 1^{er} de Monaco. Tous les pays s'y mettent, chacun arme ses bateaux dédiés. On assiste à une sorte de compétition de connaissances, mais aussi pour l'appropriation de nouveaux territoires. L'affaire prend un tour politique. Finalement, c'est un peu comme pour la conquête de l'espace.

Le mouvement prend de l'ampleur jusqu'à la Première Guerre mondiale, ralentit, puis redémarre avec force après la Seconde Guerre mondiale, avec notamment tous les sous-marins d'exploration.

Où en est-on aujourd'hui ?

Bruno David : Beaucoup d'efforts portent notamment sur l'océan Austral qui reste mal connu. Plusieurs pays l'explorent, comme l'Angleterre, l'Australie, le Japon... Les Allemands sont parmi les mieux équipés, avec le *Polarstern*, un bateau extraordinaire sur lequel j'ai eu la chance d'embarquer.

La France est quant à elle peu présente dans cette zone, car dépourvue de bateau dédié. Elle est en revanche bien armée pour le subantarctique, à l'écart des glaces. On peut citer les installations aux Kerguelen, à Crozet... ainsi que les nombreuses expéditions du *Marion Dufresne*. Nous disposons également de bases en Antarctique où des scientifiques invités peuvent faire de la glaciologie, de l'ornithologie...

En dehors de l'Antarctique, la flotte océanographique française (la FOF), entretenue et mise à la disposition de la communauté scientifique par l'Ifremer est fantastique, et puis le *Nautilus* est un sous-marin exceptionnel. Peu de pays ont de tels engins qui descendent aussi profond (jusqu'à 6000 mètres). Certains voudraient l'arrêter. Je crois que c'est une erreur.

Quelle est la place de *Tara* dans ce dispositif ?

Bruno David : Il s'agit d'une initiative privée qui arme un bateau beaucoup plus modeste. On ne peut pas comparer l'*Atalante*, qui met en œuvre le *Nautilus*, de 85 mètres de longueur, avec une goélette de 20 mètres. Les moyens engagés ne sont pas les mêmes. Ceci étant dit, les résultats scientifiques de *Tara* sont remarquables. Il n'y a pas concurrence, mais complémentarité.

Un de leurs faits d'armes est la découverte d'environ 1,5 million d'espèces lors de leur circumnavigation. On sait que ce sont des espèces différentes, mais on ne les a pas encore décrites. La grande surprise est qu'il y a énormément d'eucaryotes unicellulaires, qui sont certes microscopiques, mais assez complexes, à l'image des paramecies en domaine continental.

Avant, on avait décrit 300000 espèces océaniques. Et *Tara* en dévoile cinq fois plus, de totalement inconnues ! Première conclusion, on ne sait absolument pas comment fonctionne l'océan en termes de chaînes alimentaires ! *Tara* a révélé notre ignorance.

Au Muséum, vous vous préoccupez également de la biodiversité marine ?

Bruno David : Oui. Dans le cadre de *La Planète revisitée*, nous organisons des expéditions importantes qui balaisent à la fois la partie continentale et la partie marine de certains endroits de la planète de façon à avoir une vision complète du continuum terre-mer. Nous explorons du sommet d'une montagne jusqu'à 1000 mètres de profondeur et tentons de dresser un inventaire global de la biodiversité.

Cette approche exhaustive, en lien direct avec les missions du Muséum de collection et d'archivage, aide à construire un référentiel, un T_0 d'un système pour un endroit donné particulièrement sensible ou intéressant. L'exploration du nord de la Nouvelle-Calédonie est en cours, celle de la Corse va bientôt démarrer, et il y eut le Mozambique, la Papouasie, la Guyane, et la première, l'île Espiritu Santo du Vanuatu...

Abordons maintenant les menaces qui pèsent sur les océans. L'une d'elles est l'exploitation des ressources minières. Qu'en pensez-vous ?

Bruno David : On trouve au fond des océans, en différents endroits, des ressources assez rares comme du palladium, du cadmium, des sulfures... tout ce qui sert à faire des téléphones portables. La tentation est donc grande d'aller les chercher. Ce serait dramatique, particulièrement aux niveaux des monts sous-marins et des

comme celui de Humboldt le long de l'Amérique du Sud, des remontées d'eau froide (les *upwellings*) dont profitent les poissons et donc les pêcheries, des courants chauds comme le Gulf Stream qui baigne les côtes européennes et rend le climat tempéré de ce côté-ci de l'Atlantique.

Un grand tapis roulant, ramifié, parcourt ainsi tous les océans : une goutte d'eau met environ 1000 ans à en faire le tour. C'est dire l'inertie du système ! Un retour à l'équilibre après une perturbation nécessiterait des siècles. Et l'on n'est pas sûr de retrouver la situation d'avant le bouleversement.

Le système actuel est-il menacé ?

Bruno David : Difficile de répondre. On a beaucoup entendu parler de la fonte de la calotte groenlandaise qui apporterait beaucoup d'eau douce dans l'Atlantique Nord et qui pourrait stopper le Gulf Stream, synonyme de refroidissement de l'Europe. Quoi

Nous jouons aux apprentis sorciers sur des systèmes gigantesques à inertie considérable

sources hydrothermales, parce qu'on détruirait des écosystèmes extrêmement rares, plus diversifiés qu'on ne le pense. Nous devons nous fixer des limites. L'équivalent serait de ravager les oasis du Sahara !

L'exploitation des nodules polymétalliques est moins dramatique. Elle posera bien sûr des problèmes, notamment de turbidité, mais les nodules s'étalant sur de grandes plaines abyssales assez homogènes, par exemple autour de Clipperton, les conséquences de leur prélèvement seraient moins irréversibles.

Le changement climatique fait également peser plusieurs risques.

Bruno David : L'un d'eux porte sur le régime de courants océaniques et la circulation thermohaline. Les variations de concentration en sel et de température, aidées par la force de Coriolis liée à la rotation de la Terre, mettent en mouvement l'eau. Il en résulte des courants froids

qu'il en soit dans le détail, nous jouons aux apprentis sorciers sur des systèmes gigantesques à inertie considérable.

La fonte des glaces et le réchauffement climatique (par la dilation des océans) sont également les facteurs essentiels de hausse du niveau marin. Si toute la calotte antarctique fondait, la hausse pourrait atteindre plusieurs dizaines de mètres...

Le réchauffement influe aussi sur l'acidification des organismes ?

Bruno David : Effectivement, l'augmentation de la quantité de CO_2 atmosphérique se traduit par celle du CO_2 dissous dans les eaux océaniques. En conséquence, le pH de l'océan est passé de 8,18 à 8,05. C'est assez considérable, car le pH suit une échelle logarithmique. Une telle baisse nuit à un certain nombre d'organismes, notamment ceux ayant besoin à un moment ou un autre de leur existence d'un squelette calcaire.