

Les fonds des océans font grise mine

De grandes quantités de métaux jonchent les grands fonds océaniques et n'attendent que d'être récupérés. Mais cette exploitation, imminente, serait néfaste pour l'environnement. Peut-on limiter les dégâts ?

F

évrier 2018, à 50 kilomètres au large de San Diego, en Californie. Le navire océanographique *Sally Ride* flotte au-dessus de 1000 mètres d'eau. À son bord, huit conteneurs grands comme une voiture familiale sont remplis de sédiments dragués au fond du Pacifique. Ils seront mélangés avec de l'eau de mer dans un énorme réservoir, puis réinjectés à 60 mètres de profondeur grâce à une conduite d'évacuation. Là, ils formeront un gros nuage de boue. Drôle d'idée !

L'objectif est de décrire la forme et la dynamique de ce nuage à l'aide d'un réseau de capteurs reliés au navire. Dans quel but ? Les données recueillies aideront à nourrir une réflexion générale sur l'exploitation minière en mer, une nouvelle industrie qui pourrait bientôt bouleverser les océans.

Depuis des années, plusieurs États et entreprises prospectent les grands fonds marins à la recherche de nickel, de cuivre, de cobalt et d'autres métaux de valeur. Parmi les différents types de gisement, les plus intéressants consistent en des accumulations, à plusieurs milliers de mètres de profondeur, de concrétions rocheuses de la taille du poing et riches en métaux : ce sont les nodules polymétalliques. >

L'ESSENTIEL

● La demande en certains métaux augmente et les gisements terrestres s'épuisent, d'où l'idée d'exploiter ceux des grands fonds marins.

● À plus de 4000 mètres de profondeur, sur le fond des océans, s'étendent d'immenses champs de nodules polymétalliques contenant des proportions importantes de nickel, de cuivre et de cobalt.

● L'utilisation de machines pour les ramasser disperserait des monceaux de sédiments en tous sens. Les navires d'exploitation feraient de même en surface après avoir trié le matériel dragué.

● Dès lors, avant que ne démarre cette nouvelle activité industrielle, il importe d'étudier comment minimiser son impact environnemental.

LES AUTEURS



THOMAS PEACOCK
professeur de génie mécanique à l'institut de technologie du Massachusetts (MIT), aux États-Unis



MATTHEW ALFORD
professeur d'océanographie physique à l'institut Scripps, aux États-Unis



Les grands fonds sont parfois tapissés de nodules polymétalliques. Ils abritent des formes de vie fragiles, comme ce *Relicanthus* (un cnidaire).

> Pour les récolter, les industriels imaginent des machines capables de travailler à ces profondeurs. Ces engins avanceraient lentement sur le plancher océanique en aspirant la couche supérieure qui contient les nodules, opération qui s'accompagnerait du relargage vers l'arrière d'un important nuage de sédiments. Les nodules remonteraient sur de grands navires par des tuyaux de plusieurs kilomètres de long. En triant le matériel prélevé, on obtiendrait des millions de nodules par jour. Les sédiments restants seraient renvoyés dans la mer où ils formeraient cette fois un nuage plongeant.

Quel impact une telle activité aura-t-elle sur les organismes vivant sur le plancher océanique et dans la colonne d'eau? On comprend désormais mieux l'expérience décrite au début.

UNE DEMANDE CROISSANTE

Les mines terrestres à fortes teneurs commencent à s'épuiser. Pourtant, la demande ne fait qu'augmenter, du fait de l'accroissement démographique, de l'urbanisation, du développement rapide de technologies dépendant de certains métaux.

On estime par exemple que la demande mondiale annuelle de nickel – environ 2 millions de tonnes actuellement – devrait augmenter de 50% d'ici à 2030. Les gisements terrestres en contiendraient encore environ 76 millions de tonnes. Or, à elle seule, la zone de fracture de Clarion-Clipperton, c'est-à-dire la plaine abyssale s'étendant de Hawaï à la Basse-Californie, en contient à peu près autant! Pour le cobalt, la situation est similaire: les réserves terrestres sont évaluées à environ 7 millions de tonnes, mais les nodules de cette même zone de fracture en contiennent autant voire plus. C'est pourquoi plusieurs entreprises, telles que la GSR (la société belge *Global Sea Mineral Resources*) ou la société anglaise *UK Seabed Resources*, se tournent vers l'exploitation minière en mer profonde, qu'elles espèrent moins coûteuse à terme.

Simultanément, certains pays disposant de peu de ressources minérales terrestres, comme le Japon et la Corée du Sud, veulent déjà prospecter les océans à la recherche de gisements. Ils ont donc commencé par explorer leur zone économique exclusive (ZEE). En septembre 2017, la Jomsec (*Japan Oil, Gas and Metals National Corporation*) a ainsi effectué dans les eaux territoriales nippones l'un des premiers essais à grande échelle. Une excavatrice prototype a récolté des tonnes de zinc et d'autres métaux en plusieurs endroits situés à 1 600 mètres de profondeur, au large d'Okinawa.

De petites nations insulaires, comme les Tonga et les Îles Cook, ont des ressources trop limitées pour développer elles-mêmes une telle industrie. Elles négocient donc des droits d'exploitation minière à l'intérieur de leurs zones économiques exclusives. S'agissant du plancher océanique sous-jacent aux eaux internationales, c'est l'Autorité internationale des fonds marins, ou AIFM (ISA en anglais), communément appelée l'«Autorité», qui l'administre depuis Kingston, en Jamaïque. Pour le moment, l'Autorité a accordé 28 permis d'exploration à des organismes de 20 pays.

Pendant que les entreprises prospectent les ressources, les chercheurs s'efforcent d'en savoir le plus possible sur les éventuels effets destructeurs de la nouvelle industrie et de déterminer dans quelle mesure on pourrait les réduire. Des gouvernements, des industriels, l'AIFM, des universités et des organismes scientifiques (en France, l'Ifremer et le CNRS) s'associent afin de lancer et de mener les projets de recherche nécessaires.

Trois types de gisement sont prometteurs. Le premier est celui des «amas sulfurés». Il s'agit d'accumulations de sulfures métalliques (FeS_2 , PbS , $\text{Au}_2\text{S}_{3/2}$...) créées par les sources hydrothermales présentes sur les dorsales océaniques, ces longues chaînes volcaniques sous-marines qui marquent la frontière entre deux plaques tectoniques. Les amas sulfurés contiennent des masses notables de zinc, de plomb et d'or. La Papouasie-Nouvelle-Guinée a accordé à la société canadienne *Nautilus Minerals* un permis d'extraction de ces sulfures sur le site hydrothermal inactif de Solwara 1. De son côté, l'AIFM a émis sept permis d'exploration sur des sites d'anciennes sources hydrothermales se trouvant dans les eaux internationales. Les scientifiques ont, eux, demandé un moratoire pour les sites actifs, afin de protéger leurs écosystèmes uniques.

Le deuxième type de gisement intéressant est celui des encroûtements cobaltifères. Le contact entre les courants marins et les flancs ou sommets de montagnes sous-marines entraîne en effet la précipitation des métaux contenus dans l'eau de mer. Cela finit par créer des amas considérables: même s'ils ne grossissent que de quelques millimètres par million d'années, ils finissent par atteindre des épaisseurs de 5 à 10 centimètres.

Outre du cobalt, ces amas contiennent du nickel et d'autres métaux intéressants. L'AIFM a émis quatre permis d'exploration pour l'Ouest du Pacifique, mais l'extraction de ces encroûtements cobaltifères sera un défi: il est difficile de les arracher au substrat rocheux, tandis que

LA PLUPART DES PROJETS D'EXTRACTION EN EAU PROFONDE CONCERNENT LES NODULES POLYMÉTALLIQUES