

« Les forages océaniques ont fait apparaître de nouvelles disciplines scientifiques »

ENTRETIEN - Gilbert Camoin, le responsable du Consortium européen pour les forages océaniques scientifiques, nous en explique les enjeux et la nouvelle donne géopolitique

Gilbert Camoin est directeur de recherche CNRS au Centre de recherche et d'enseignement des géosciences de l'environnement (Cerege). Géologue spécialiste des coraux, il anime depuis treize ans l'agence du Consortium européen pour les forages océaniques scientifiques, qui participe aux grands projets internationaux.

Le 1^{er} janvier, l'Europe et le Japon ont lancé un programme international de forage océanique. Quel en est l'objectif ?

Préciser l'histoire et la structure de la Terre. Les roches volcaniques les plus anciennes des bassins océaniques sont des basaltes formés au niveau des dorsales. Il y a environ 200 millions d'années, au moment de la dislocation du supercontinent Gondwana. La couche de sédiments, épaisse par endroits de plusieurs kilomètres, dont elles se sont peu à peu recouvertes est principalement constituée de microfossiles de plancton – foraminifères, diatomées... –, qui ont enregistré une multitude d'informations sur les changements océanographiques ayant accompagné les variations climatiques survenues depuis cette époque. En outre, ces fonds ont conservé la trace des éruptions volcaniques, des séismes et des tsunamis passés. Ils dissimulent, parfois à des milliers de mètres sous le plancher océanique – notamment à proximité des sources hydrothermales –, des communautés de micro-organismes dont on ne sait pas grand-chose, sinon qu'ils pourraient jouer un rôle important dans les grands cycles biogéochimiques à l'échelle du globe.

Forer, à l'écart des gisements d'hydrocarbures, les roches et les sédiments sur 2 000 mètres, à des profondeurs d'eau de 1 500, 2 000 ou même 7 000 mètres, en vue d'extraire des carottes d'échantillons ou d'installer des instruments de mesure, est une opération lourde et complexe. Cela nécessite des moyens techniques et financiers bien supérieurs à ceux qu'un Etat est prêt à consacrer aux géosciences. C'est pourquoi, depuis les années 1960, ce type d'expédition à vocation strictement scientifique a uniquement été organisé dans le cadre de programmes internationaux. Le programme international de forage océanique, baptisé « IODP », lancé par les Européens et le Japon est le dernier à voir le jour.

Quelles sont les grandes découvertes associées à ces forages ?

Le tout premier forage scientifique date de 1961. Sur l'initiative d'universités américaines, un projet Mohole est lancé en vue d'atteindre la « discontinuité de Mohorovičić », la zone de transition entre la croûte et le manteau terrestres, située à 5 ou 10 kilomètres sous le plancher océanique. Il n'y parviendra pas... et on n'y est toujours pas arrivé. Mais cette tentative donnera l'impulsion nécessaire à la mise en place de programmes internationaux.

Les deux premiers – le Deep Sea Drilling Project [1966-1983] et l'Ocean Drilling Program [1985-2002] – ne disposent que des navires de forage exploités par les Etats-Unis. Ils n'en sont pas moins des succès. Plus de 200 expéditions sont organisées, donnant lieu à plus de 3 000 forages. De nouvelles disciplines comme la paléocéanographie ou la géomicrobiologie apparaissent, et les géosciences font de belles découvertes. La mise en évidence de l'expansion des fonds océaniques, l'une des preuves de la dérive des continents, date de cette époque. Tout comme la confirmation des « cycles de Milankovitch », qui décrivent comment les variations de l'orbite terrestre gouvernent le climat de notre planète.

L'International Ocean Discovery Program [IODP, 2003-2024] permet d'élargir les moyens au-delà du seul navire américain de forage en haute mer, le *Joides-Resolution*. Le Japon lance le sien, le *Chikyu* [2005], et apparaissent d'autres plateformes exploitées par les Européens. Les 14 pays européens, dont la France, réunis, avec le Canada, au sein du Consortium européen pour les forages océaniques [Econt], ne possèdent pas d'équipements, mais louent les systèmes de forage et les bâtiments nécessaires aux missions qu'ils organisent. Ce qui leur permet de réaliser des campagnes à des endroits inaccessibles aux vaisseaux du programme : par exemple, sous la banquise dans l'océan Arctique, en 2004, ou à de faibles profondeurs sur les barrières de corail de Tahiti et d'Australie, en 2005 et



Gilbert Camoin, en Polynésie française, le 1^{er} septembre 2015. CLAUDE VELLA

en 2010. Une centaine d'expéditions vont être organisées dans le cadre de l'IODP.

La longueur totale des carottes d'échantillons conservées dans les carothèques d'Allemagne, des Etats-Unis et du Japon dépasse 500 kilomètres. L'expédition la plus spectaculaire de toutes au plan technologique sera sans doute celle entreprise en 2012, au large du Japon, sur la faille responsable du tsunami, à l'origine de la catastrophe de Fukushima, en 2011. Le *Chikyu* a creusé le plateau océanique sur 854 mètres par 6 900 mètres de fond pour installer des instruments scientifiques. Un exploit qu'il a répété au mois de décembre 2024, lors de l'ultime campagne de l'IODP.

Après avoir joué un rôle leader dans le domaine des forages océaniques pendant plus de six décennies, les Etats-Unis ont annoncé ne plus vouloir participer à des programmes internationaux de type IODP, qui s'est achevé en décembre. Comment l'expliquer ?

Il faut savoir que les coûts opérationnels des navires de forage ont connu une forte hausse. Le budget de fonctionnement du *Joides-Resolution* tournait autour de 65 millions de dollars [62 millions d'euros] par an, dont 48 étaient payés par la National Science Foundation américaine et le reste par les Européens d'Ecord, la Chine, l'Inde, l'Australie, la Nouvelle-Zélande. Pour continuer, il aurait fallu porter cette somme à 80 millions de dollars. Ce qui était inenvisageable, sous peine de remettre en cause les autres activités. Le désarmement du *Joides-Resolution* constitue un préjudice.

Aujourd'hui, le *Chikyu*, de l'agence japonaise des sciences et technologies de la Terre et de la mer, est un monstre de technologie : il jauge 57 000 tonnes, mesure 210 mètres de long, peut embarquer 150 personnes à bord et est équipé d'un derrick de 121 mètres et de 10 kilomètres de tiges de forage qui lui permettent de creuser le plancher océanique très loin sous la surface de l'eau. Mais ses coûts de maintenance sont colossaux : de l'ordre de 50 millions d'euros par an. C'est pourquoi il doit être loué une partie du temps à des entreprises privées.

Personne ne peut prétendre avoir été surpris par le départ des Américains, qui réclamaient depuis longtemps une répartition plus équitable des contributions. Dès la première présidence de Donald Trump [2017-2021], ils avaient annoncé leur intention de fonder un programme purement américain. Ce dernier est en cours de négociation et pourrait démarrer en 2026, en même temps que celui de la Chine.

Que sait-on de ce programme national chinois ?

Il y a quelques années, la Chine avait exprimé son désir de devenir le quatrième opérateur de moyens de forage de l'IODP après les Etats-Unis, le Japon et les Européens. Son deuxième navire, le *D/V Meng-Young*, lancé en novembre 2024, serait capable de creuser le plancher océanique au-delà de 11 000 mètres de profondeur. Une partie de ses activités de forage scientifique sera réservée au programme national chinois sur le climat, la structure de l'écorce terrestre ou la biosphère. Une trentaine d'expéditions sont prévues en dix ans dans le Pacifique et l'océan Indien. Il est question d'aller forer au fond de la fosse des Mariannes, et même de percer la croûte terrestre jusqu'au manteau supérieur pour atteindre cette fameuse « discontinuité de Mohorovičić » qui constituait l'objectif du projet américain Mohole de 1961.

Quelle place l'IODP va-t-il occuper de ce paysage ?

Ce programme a été créé en vue de mettre au service de la communauté scientifique les moyens du Japon et des Européens d'Ecord. C'est-à-dire le *Chikyu*, un second vaisseau de recherche japonais, le *Kaimoi*, et des plateformes et des navires loués au cas par cas. Le budget de l'IODP, limité à une vingtaine de millions de dollars, augmentera quand d'autres pays l'auront rejoint. L'Australie, l'Inde et la Nouvelle-Zélande se sont déclarées intéressées, et la première dit être prête à fournir des équipements, comme des brise-glaces.

Et puis, la création des programmes nationaux américains et chinois n'exclut pas la possibilité de s'accorder sur des projets communs. Sur les trois expéditions de l'IODP prévues en 2025, l'une, qui se consacrera à l'étude des réserves d'eau douce disponibles au large de la Nouvelle-Angleterre, va d'ailleurs se dérouler avec une participation financière et scientifique des Etats-Unis. Preuve que les portes restent ouvertes. Quant à la Chine, sa collaboration avec l'IODP n'est pas exclue.

Alors, certes, le mode d'organisation des expéditions de forages océaniques qui prévalait depuis soixante ans est en train de changer, mais l'activité perdurera, car elle répond à un besoin. Qui pourrait prétendre que l'étude des changements océanographiques et climatiques, la prévoyance des risques d'éruptions, de séismes et de tsunamis ou l'évaluation des ressources de la planète ne constituent pas des thèmes de recherche porteurs d'avenir ? ■

VAHÉ TER MINASSIAN



ZOOLOGIE

L'astuce du crotale pour stocker la pluie

En trente ans d'étude des serpents, Scott Boback croyait avoir appris à bien les connaître. A évacuer les clichés qui, depuis une sale histoire de pomme, en font des créatures dangereuses, surnoisées, brutales. A se laisser surprendre par leur finesse et la variété de leurs ressources. Mais quand il a découvert les photos prises sur la « butte des crotales », le professeur de biologie du Dickinson College, en Pennsylvanie, reconnaît avoir eu du mal à y croire.

Lui et sa collègue Emily Taylor, de l'université d'Etat polytechnique de Californie, avaient équipé ce site particulièrement aride du Colorado d'appareils photo à déclenchement automatique. Et là, en observant les clichés nocturnes, il est resté en arrêt. « Une petite pluie venait de commencer à tomber, ce qui est exceptionnel car, en dehors de la neige en hiver, on enregistre ici moins de 5 millimètres d'eau par an. On voyait les serpents sortir de leur grotte, prendre des positions inconnues et apparemment boire sur leur propre corps. Je les ai montrés à Emily, elle s'est mise à crier. On était comme deux gosses. On a évidemment décidé d'aller plus loin. » Les résultats de la recherche qui s'est ensuivie ont été publiés le 11 novembre 2024 dans la revue *Current Zoology*. Ils sont spectaculaires, comme les photos et vidéos rendues publiques par les chercheurs.

L'expérience mise en place au début de l'été 2021 est particulièrement simple. Avec, pour tout matériel de précision, une pompe à eau et un arrosoir de pelouse. Dissimulés derrière un buisson, les chercheurs activent le pulvérisateur en direction – mais à distance – des crotales des prairies (*Crotalus viridis*). Les serpents agitent d'abord leur langue de façon accélérée, pour mieux sentir l'atmosphère. Puis ils s'approchent. Et enfin prennent position sous les gouttelettes. « Une séquence presque systématique commence », insiste le chercheur. Ils s'enroulent soigneusement, en partant de la queue, accolent chaque boucle à la précédente, pour minimiser la surface perdue. Forment une sorte de crêpe.

Plus étonnant encore, ils inversent alors la courbure de leur corps. Non plus des boudins, mais des canaux, au fond desquels l'eau peut s'accumuler. « Des tasses de thé », image



Un nid de crotales dans le Colorado.

SCOTT BOBACK/DICKINSON COLLEGE

Scott Boback. Les crotales approchent leur bouche de la rigole ainsi constituée et boivent. « Ils continuent tant qu'il y a de l'eau et même quand on arrête d'arroser », poursuit le biologiste. Une fois rassasiés, ils cessent tout mouvement, figés dans ce qu'Emily Taylor s'est amusée à appeler un « coma éthérique ». Sans alcool, évidemment.

Les chercheurs entendent désormais poursuivre leurs investigations. Ils rêvent de mesurer la quantité d'eau ainsi absorbée et l'évolution des paramètres biologiques du reptile. Vérifier aussi si l'organisation des écailles sur sa tête ne guiderait pas par elle-même l'eau vers la bouche, sans le moindre effort cette fois, une caractéristique observée chez certains lézards. « Certaines images nous laissent supposer, mais tout reste à prouver », dit Scott Boback. Enfin, ils espèrent voir d'autres espèces mettre en place des protocoles similaires sur d'autres espèces. « Je connais peu d'expériences aussi bon marché », plaide-t-il.

De quoi tenter d'élargir le club des admirateurs des serpents, auquel Xavier Bonnet, directeur de recherche (CNRS) au Centre d'études biologiques de Chizé (Deux-Sèvres), appartient lui aussi depuis longtemps. « Cette étude originale vient nous rappeler à quel point ces animaux sont doux, délicats, inventifs », souligne-t-il. Peut-être même altruistes. Parmi les comportements observés, les chercheurs ont vu à plusieurs reprises une crotale s'abreuver sur un autre, sans que ce dernier n'y trouve quoi que ce soit à redire. Le serpent, animal social ? Toute une histoire à réécire. ■

NATHANIEL HERZBERG