

disposer au minimum de la profondeur d'eau affichée sur la carte.

PLS

Hormis la cartographie par sonar, qui reste la technique la plus précise mais qui est lente à mettre en œuvre, existe-t-il des méthodes aériennes, voire satellitaires ?

T. S. : La difficulté majeure pour cartographier le fond des océans est que la lumière visible ne pénètre qu'à 60 mètres au mieux et cela dépend aussi de la turbidité des eaux. Si les conditions sont optimales, en Polynésie française par exemple, où l'eau est peu profonde et assez limpide, on peut utiliser des images aériennes pour estimer la profondeur. Mais cette approche est peu précise.

Une autre possibilité est d'utiliser un lidar aéroporté, un faisceau laser, que l'on oriente et dont on mesure le temps d'aller-retour. Cette méthode est utilisée en topographie terrestre. Dans le cas des océans, on utilise deux lasers ; l'un est réfléchi à la surface et l'autre pénètre dans l'eau. Mais cette technique ne permet pas d'explorer de grandes profondeurs, la lumière du laser étant vite absorbée.

Les satellites peuvent effectuer des mesures de gravimétrie, ce qui permet de dresser des cartes bathymétriques globales, mais de faible résolution, de l'ordre de quelques kilomètres. Cette approche est néanmoins un bon complément au sonar. Le principe est d'abord une mesure altimétrique, où l'on détermine la forme de la surface des océans. En effet, cette surface n'est pas sphérique mais présente des irrégularités du fait des variations locales du champ gravitationnel. Ces variations sont liées à la masse des roches situées sous l'océan. En analysant les mesures altimétriques, on peut déterminer si le relief sous-jacent est une plaine abyssale ou une dorsale. Le satellite TOPEX/Poseidon de la Nasa et du Cnes a été précurseur dans ce type de relevés. Récemment, David Sandwell, de l'Institut d'océanographie Scripps, aux États-Unis, et son équipe ont utilisé les données des satellites *CryoSat-2* et *Jason-1*. Ils ont cartographié avec une précision de quelques kilomètres les fonds marins. Ils ont ainsi découvert des structures géologiques jusque-là inconnues.

Cela me permet d'ailleurs de revenir sur l'intérêt de la bathymétrie pour les géosciences. Nous pouvons par exemple observer les traces de glaciation et de déglaciation sur le fond marin.

Cartographier avec des petits sous-marins

Les AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) sont des sous-marins robotisés et autonomes. Ils peuvent descendre à de grandes profondeurs pour examiner de près une structure géologique ou de potentiels débris, comme dans le cas de l'avion de la *Malaysian Airlines*. Une flottille de tels sous-marins pourrait contribuer à la cartographie du fond des océans.

■ SUR LE WEB

Le SHOM (Service hydrographique et océanographique de la Marine) met à disposition les données de bathymétrie sur son portail <http://data.shom.fr>

■ BIBLIOGRAPHIE

D. T. Sandwell et al., *New global marine gravity model from CryoSat-2 and Jason-1 reveals buried tectonic structure*, *Science*, vol. 346, pp. 65-67, 2014.

X. Lurton et al., *La cartographie acoustique sous-marine*, *Dossier Pour la Science*, n° 32, juillet-octobre 2001.

Nous voyons très nettement les limites d'extension de certains glaciers et apportons ainsi des éléments à nos collègues pour reconstruire l'histoire climatique de la planète.

PLS

Y a-t-il d'autres méthodes bathymétriques en cours de développement ?

T. S. : On peut mentionner deux approches. La première consiste à étudier le déferlement des vagues sur la côte. Cela nous donne une information sur la profondeur de la mer à proximité immédiate du rivage.

Une autre idée relève de la science participative. Chacun peut contribuer à une base de données en apportant ses propres relevés de profondeur. Le SHOM ne peut pas utiliser ce type de sources pour des cartes de navigation, car il doit garantir l'étalonnage des appareils de mesure pour certifier les données. En revanche, pour l'océanographie, ces données sont parfois les seules disponibles. Cependant, avec cette approche, on récupère des données dans les zones fréquentées et rien ailleurs.

PLS

En mars 2014, un avion de la *Malaysian Airlines* a disparu ; il se serait abîmé dans l'océan. Le manque de données bathymétriques est-il un obstacle pour retrouver l'appareil ?

T. S. : Absolument. L'avion se serait écrasé au Sud-Ouest de l'Australie dans une région d'environ 60 000 kilomètres carrés dans les 40° rugissants. Des navires australiens, chinois et ceux d'une firme privée participent aux recherches. Initialement, ils traquaient les émissions sonores des boîtes noires. Ils cherchent maintenant les débris avec des sonars. Cette région, de profondeur moyenne comprise entre 4 000 et 5 000 mètres, est très mal cartographiée. Il est donc difficile de distinguer les débris des éléments naturels du relief. Il serait possible d'envoyer un sous-marin autonome pour aller voir de plus près, mais sans informations sur la zone, cela revient à chercher une aiguille dans une botte de foin. Il est donc difficile de dire si on retrouvera un jour des fragments de l'appareil. ■

Propos recueillis par Sean BAILLY