

## Les instruments de la cartographie sous-marine

Les sondeurs multifaisceaux ne sont qu'un des types d'instruments d'étude des fonds sous-marins. Les autres méthodes ont aussi des avantages et des inconvénients.

Les satellites (a) ne mesurent pas la profondeur des fonds marins, mais ils repèrent les variations de hauteur de la surface de l'océan. Le satellite *Geosat*, par exemple, utilise un radar pour mesurer sa distance à la surface de l'océan avec une précision de cinq centimètres. Comme la position du satellite est parfaitement connue, on détermine précisément des dénivellations de la surface de l'océan.

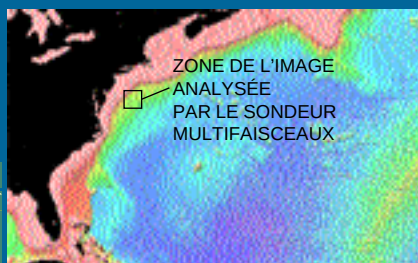
La surface de l'océan présente parfois des dénivellations qui atteignent 200 mètres. Ces ondulations reflètent des différences de la force de gravitation terrestre qui sont infimes, mais suffisantes pour que l'eau ne se répartisse pas de façon uniforme. Plus généralement, ces variations d'origine gravitationnelle de la surface de l'océan

résultent des accidents de la topographie sous-marine. Par exemple, un volcan submergé de 2 000 mètres de haut et de 40 kilomètres de large attire l'eau latéralement vers lui, produisant un ren-

flement d'environ deux mètres de haut à la surface de l'océan, juste au-dessus de lui. Toutefois, les reliefs sous-marins de moins de 10 kilomètres de large n'ont généralement pas une masse suffisante pour modifier la surface de l'océan, et ils ne sont pas détectés par les satellites radar. De plus, les variations de gravité (notamment près des marges continentales) reflètent parfois des différences de la densité des roches sous-jacentes plutôt que de la topographie locale. Les satellites fournissent malgré tout des cartes d'ensemble, même imparfaites, des régions qui n'ont pas encore été explorées par des navires.

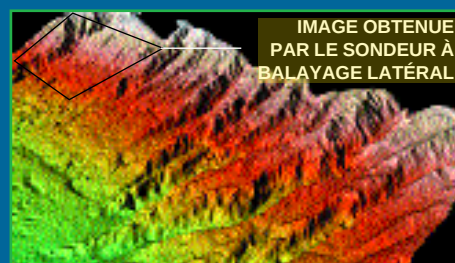
Le sondeur multifaisceaux (b) utilise les échos réfléchis par le fond sous-marin pour mesurer la profondeur de l'eau. Contrairement aux sondeurs simples, cette technique utilise plusieurs sources sonores et des dispositifs d'écoute répartis sur la coque du navire océanographique. À intervalles réguliers de quelques secondes, les sources sonores émettent des ultrasons qui atteignent une mince bande du fond, perpendiculaire à la direction du navire. Simulta-

IMAGE PAR SATELLITE RADAR

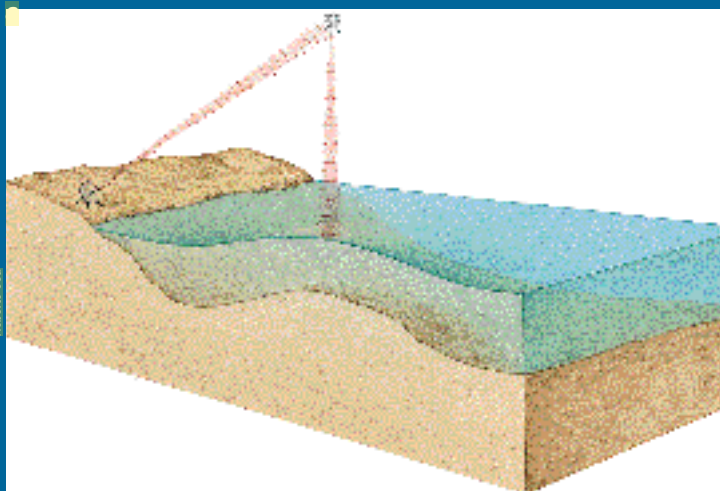


Walter Smith, NOAA

IMAGE PAR SONDEUR MULTIFAISCEAUX

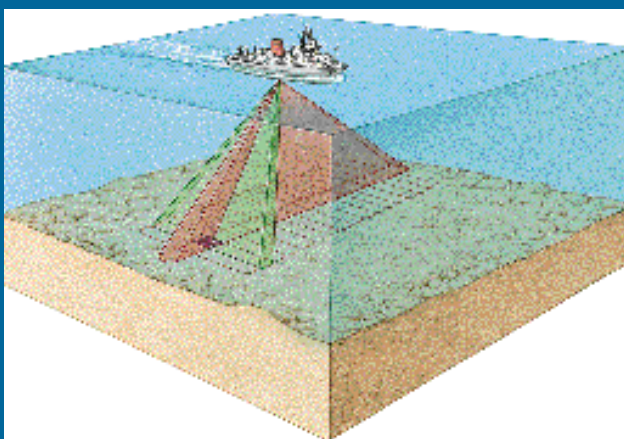


L. Pratton et W. Hecby



Roberto Osof

b



Simultanément, des océanographes étudiaient plus en détail le large du New Jersey et de la Floride occidentale. Tous les navires étaient équipés de sonars multifaisceaux, les instruments les plus perfectionnés aujourd'hui pour la cartographie des reliefs sous-marins.

Ces campagnes ont fourni des vues sans précédent des marges continentales (une marge continentale est constituée de la plate-forme continentale et du talus qui la délimite).

Bien qu'aucune lumière solaire n'atteigne les grandes profondeurs, les ordinateurs couplés aux sonars montrent les fonds sous-marins tels qu'ils apparaîtraient si les océans étaient vidés ! Ces reconstructions sont particulièrement intéressantes pour l'élaboration de programmes d'activités industrielles en mer : par exemple, les entreprises qui posent des câbles sous-marins de télécommunication ou qui implantent des plates-formes de forage pétrolier dans des zones tou-

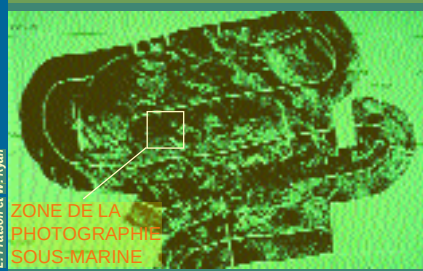
jours plus profondes ont besoin de connaître les fonds stables, où il n'y a pas d'éboulements sous-marins ni de courants violents.

La création de décharges sous-marines nécessite aussi de savoir si des courants profonds ne risquent pas de perturber les sites où sont enterrés les déchets. L'étude des fonds sous-marins aide également les géologues à localiser les systèmes de failles sous-marines et à évaluer les risques sismiques.

nément, les systèmes de détection enregistrent les sons réfléchis par le fond et qui proviennent d'étroits couloirs sous-marins parallèles à la trajectoire du navire. Ainsi, les ultrasons captés par le navire proviennent des intersections entre la bande des sons émis et les couloirs d'écoute. Les échos sont enregistrés à des intervalles réguliers de quelques secondes pendant que le navire avance, et l'accumulation des données autorise la reconstruction du relief le long de la trajectoire du navire. En ratissant une zone par bandes, comme on tond une pelouse, on cartographie toute la région. Toutefois, les géophysiciens disposent de moins de 200 navires équipés du matériel nécessaire, de sorte qu'il leur faudrait plusieurs centaines d'années pour cartographier de cette façon la totalité des fonds sous-marins.

Le sondeur à balayage latéral (c) fournit un autre aspect du fond de l'océan. L'équipement est habituellement monté sur un traîneau

IMAGE PAR SONDEUR À BALAYAGE LATÉRAL



L. Pratson et W. Ryan

5 KILOMÈTRES

remorqué par le bateau. Deux sondeurs, fixés de chaque côté du traîneau fonctionnent à la fois comme sources d'ultrasons et comme dispositif d'enregistrement. Ces unités émettent obliquement vers le fond, de chaque côté

du traîneau. Quand le fond est plat et lisse, aucun écho n'est réfléchi vers le traîneau (comme un rayon de lumière dirigé obliquement sur un hublot). Au contraire, quand le fond marin est accidenté, les ondes frappant le sol sont renvoyées dans toutes les directions, et notamment vers le sondeur (tout comme un rayon de lumière atteignant un verre dépoli est diffusé dans toutes les directions). En reliant l'amplitude des échos enregistrés à différents niveaux de gris et en tenant compte de la position du traîneau, les géologues obtiennent une image de la texture du fond océanique qui ressemble à une photographie en noir et blanc. Toutefois, pas plus qu'une photographie aérienne une image de sondeur à balayage latéral n'indique la hauteur des reliefs explorés.

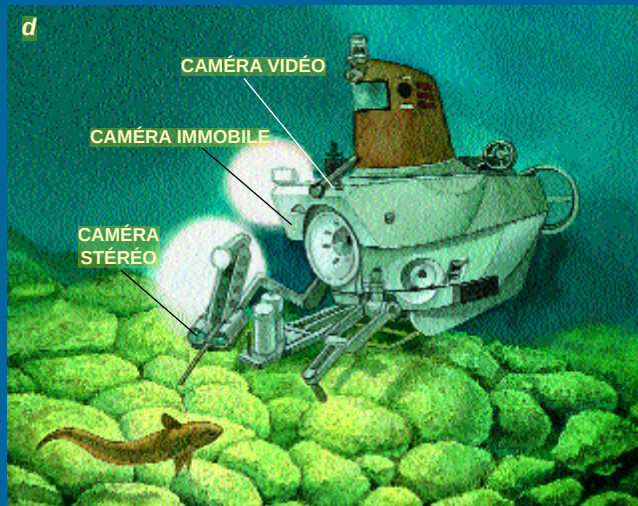
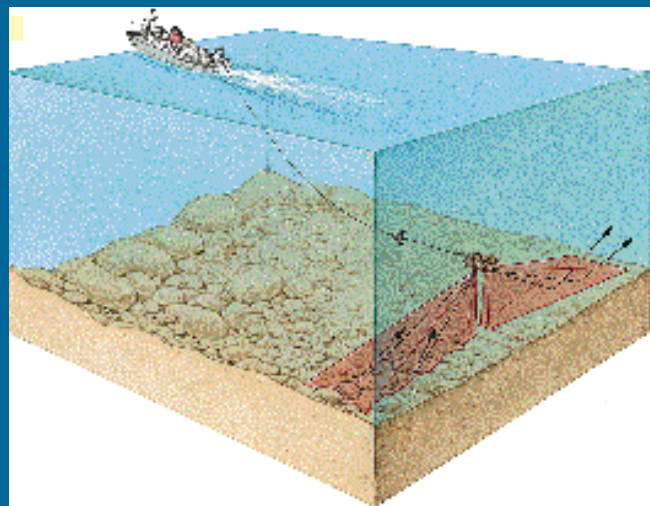
Les photographies sous-marines, obtenues grâce à des caméras remorquées sur le fond, à des submersibles téléguidés ou à des véhicules télécommandés, fournissent les vues les plus précises et les plus détaillées des fonds sous-marins (d). Toutefois, la lumière se propage peu dans les eaux profondes, de sorte que l'on photographie uniquement de petites zones, à proximité des sources.

PHOTOGRAPHIE SOUS-MARINE



L. Pratson

30 CENTIMÈTRES



Roberto Gatti

La cartographie sous-marine informe les géologues sur la façon dont les fonds des océans sont modelés par les contraintes physiques auxquelles ils sont soumis. Les images du relief océanique permettent aux scientifiques de découvrir d'un seul coup d'œil de vastes étendues sous-marines. On ne connaissait pas encore cet aspect de la Terre, alors que l'on avait déjà découvert la surface des planètes lointaines. L'évolution de la Terre est aujourd'hui à portée de regard.

Lincoln PRATSON travaille à l'Institut de recherche arctique et alpine, à l'Université du Colorado. William HAXBY travaille à l'Observatoire Lamont-Doherty de l'Université Columbia.

Swath Bathymetric Mapping, numéro spécial du *Journal of Geophysical Research*, vol. 19, n° B3, 10 mars 1986.

Peter R. VOGT et Brian E. TUCHOLKE, *Imaging the Ocean Floor: History and State of the Art*, in *Geology of North America*,

vol. M : *The Western North Atlantic Region*, sous la direction de P.R. Vogt et B.E. Tucholke, Geological Society of America, 1986.

Anny CAZENAVE et Kurt FEIGL, *Formes et mouvements de la Terre. Satellites et géodésie*, éditions Belin-CNRS, collection Croisée des sciences, 1994.

Lincoln F. PRATSON et William F. HAXBY, *What Is the Slope of the U.S. Continental Slope?*, in *Geology*, vol. 24, n° 1, pp. 3-6, janvier 1996.