

Le Bathyscaphe « Archimède »
commence à s'enfoncer lentement
vers les profondeurs de l'océan.



INITIATION A L'OCÉANOGRAPHIE

La mer recouvre près des trois quarts de la surface du globe sur lequel nous vivons, c'est-à-dire en d'autres termes que les hommes sont concentrés sur 28 % de la surface de la planète ! Aussi n'est-il pas étonnant que cet élément liquide omniprésent exerça de tout temps une fascination sur l'esprit humain, même le plus primitif.

LES peuples de la terre ont commencé de bonne heure, timidement d'abord, l'investigation de l'immensité océanique qui enserme les continents. Timidement d'abord, puisque c'est sur la mer — à la surface — que l'homme s'élança à la conquête des mondes nouveaux. De tout aussi, l'homme puisa dans la mer une partie importante de sa nourriture.

L'Océanographie, ou science de la mer, a été à l'origine pratiquement l'apanage des marins, et son histoire s'est confondue pendant des siècles avec celle de la navi-

gation. Beaucoup plus que l'esprit scientifique, c'est le hasard des tempêtes, des courants marins ou l'esprit commercial qui ont permis aux coureurs d'océans, de l'Antiquité à la Renaissance, d'acquérir les premières connaissances océanographiques, limitées d'ailleurs à la surface des eaux et aux côtes qui les bordent.

Mais sous la mer, le mystère s'épaissit, au fur et à mesure que la profondeur augmente, la pression se fait plus forte, la survie plus difficile, la lumière plus rare. Tout se ligue pour rejeter l'homme à la

surface, de l'incompatibilité de son système respiratoire jusqu'à la terreur mystérieuse qu'inspirent les abîmes marins.

Et pourtant quelle attraction exerce ce monde si peu connu ! Quelles richesses, si peu et si mal exploitées, renferme la mer : nourriture, flore, faune, trésors engloutis, ressources minérales et pétrolières !

Sur le plan militaire, l'homme cependant imagine très tôt de naviguer invisible et à l'abri des humeurs de la mer. Les plongeurs sous-marin ont existé depuis la plus haute antiquité, sans doute depuis que l'homme a découvert qu'il pouvait se déplacer sur les eaux en nageant. Mais son appareil respiratoire et sa physiologie limitaient cependant considérablement ses possibilités d'évolution sous l'eau — (en moyenne deux à trois minutes à dix ou quinze mètres de profondeur) — et il lui fallait trouver un moyen d'y séjourner plus longtemps c'est-à-dire inventer un appareil emportant une réserve d'air. Or cet appareil existait déjà depuis des milliers d'années, pour ne pas dire des millions d'années dans le règne animal. L'argironète — araignée d'eau — avait fabriqué dans ses patientes mutations, une cloche à plongeur, en emmagasinant dans les poils hydrofuges qui garnissent son abdomen des bulles d'air qu'elle dépose dans une sorte de cocon, amarré sous l'eau, puis y pond ses œufs.

Il est d'ailleurs curieux de constater que les inventions les plus géniales de notre temps ont leur origine dans le monde animal. Ainsi par exemple, le principe du

Sonar qui permet la détection sous-marine des obstacles par ultra-sons, nous vient des dauphins, le principe du radar, des chauve-souris.

Il a fallu un million d'années à l'homme pour se décider.

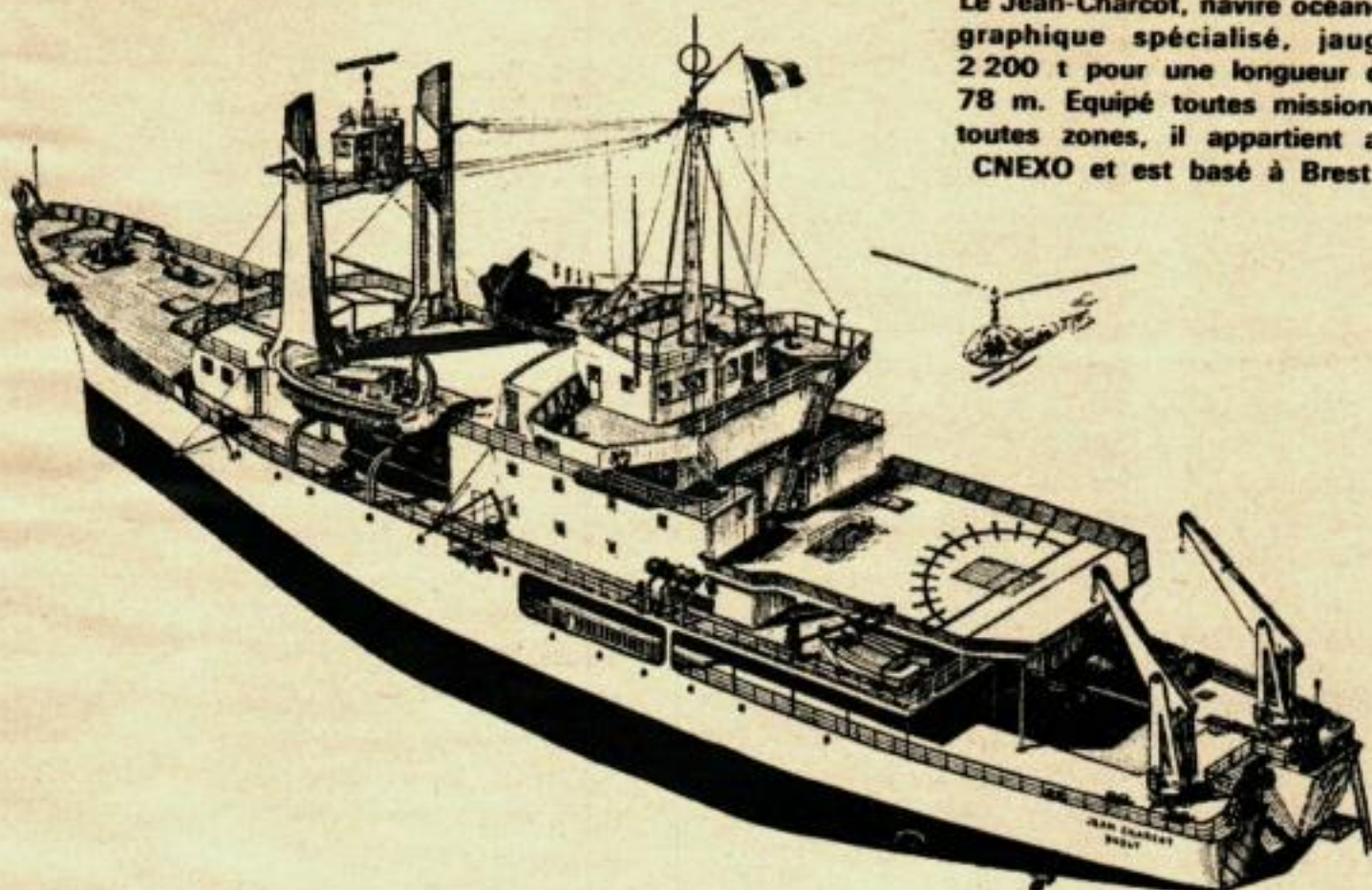
Mais bien qu'il navigue sur les mers depuis fort longtemps, il ne connaît encore que bien peu de choses des deux tiers de la planète sur laquelle il vit. Aujourd'hui, toutefois, la conquête de la mer est vigoureusement engagée, et même l'homme de la rue ne pense qu'à ses plongées de vacances ou à des pêches sous-marines miraculeuses.

C'est dans la deuxième moitié du XVIII^e siècle que l'on peut placer l'origine de l'intérêt porté aux sciences de la mer, mais le développement pris depuis une centaine d'années par les sciences physiques et naturelles et surtout la révolution industrielle du XIX^e siècle incitèrent les savants à rechercher des explications rationnelles à toutes les curiosités rapportées par les navigateurs et à les étudier aussi sur place. De grands voyages d'exploration furent donc entrepris, auxquels prirent part des astronomes, des hydrographes, des naturalistes...

A partir de la grande guerre, la marine militaire fut amenée à étudier de plus près ce milieu dont elle parcourait la surface depuis des siècles et qui, avec l'apparition du sous-marin de combat, devenait brutalement et dramatiquement hostile.

La seconde guerre mondiale, et en parti-





Le Jean-Charcot, navire océanographique spécialisé, jauge 2 200 t pour une longueur de 78 m. Equipé toutes missions, toutes zones, il appartient au CNEXO et est basé à Brest.

culier la guerre sous-marine et les opérations amphibies souligna encore l'intérêt qu'il y avait de mieux connaître les océans.

L'apparition de l'arme nucléaire et l'évolution de la stratégie militaire qui en résulta conduisit les grandes puissances à rechercher l'invulnérabilité des moyens d'attaque et de riposte en développant les sous-marins à propulsion nucléaire dotés de missiles également nucléaires susceptibles d'être tirés en plongée.

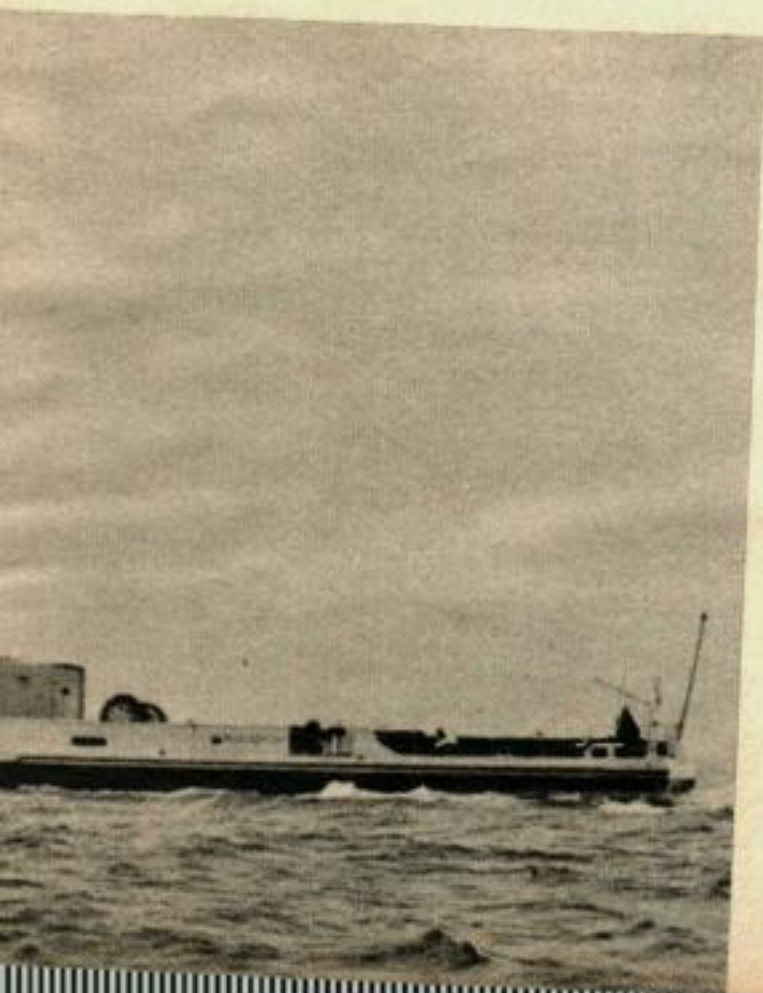
Un peu d'histoire

Sans remonter loin dans le temps, malgré l'intérêt que mérite le courage sublime des grands coureurs d'océans et des découvreurs de terres, nous limiterons notre rappel historique à une époque relativement proche. Le lecteur se souviendra de l'extraordinaire aventure du Danois Thor Heyerdahl et de ses cinq compagnons qui, en 1947, sur un radeau de balsa, le « Kon Tiki » effectua un voyage de plus de 7 000 km dans l'océan Pacifique Sud afin de démontrer l'existence de courants ayant permis aux peuples préhistoriques d'Amérique du Sud de peupler les îles du Pacifique, et les possibilités de survie dans des conditions extrêmement précaires.

Il faut rappeler aussi les expériences du commandant Cousteau qui, dès 1943, étudiait la faune et la flore sous-marine dans son propre environnement.

Après de nombreuses recherches et études par Auguste Picard et William Beebe, ce dernier descendait, en 1934, à quelque 1 000 m de profondeur dans l'Atlantique grâce à une bathysphère en acier. En 1949, Jacques Barton approchait des 1 400 m.

L'avis Paul-Goffeny de 1380 t du service hydrographique de la Marine nationale effectue des missions océanographiques dans l'Atlantique Nord.



Mais en 1954, deux officiers de Marine Français, Houot et Wilm atteignaient 4 000 m de profondeur au large des côtes de Dakar à bord du bathyscaphe FNRS 3. Six ans plus tard, le fils du professeur Picard et le Lt Donald Wash, USN, descendaient à 10 911 m dans la fosse des Mariannes. Des tentatives extrêmement audacieuses eurent lieu, telles que celle, en 1961, du forage super-profond du programme américain « Mohole » qui consistait à creuser un puit dans le plancher océanique à travers plus de 5 000 m d'eau, depuis un navire spécialisé, le « Cuss-1 ». Cette tentative ne réussit pas parce qu'il n'était pas possible à l'époque de surveiller visuellement le travail du trépan. Les progrès de la télévision rendent aujourd'hui réalisables de telles expériences particulièrement intéressantes dans l'étude de la constitution de l'écorce terrestre.

Rappelons aussi la première traversée en plongée du Pôle Nord, sous la banquise, par le sous-marin américain à propulsion atomique « Nautilus », en 1968.

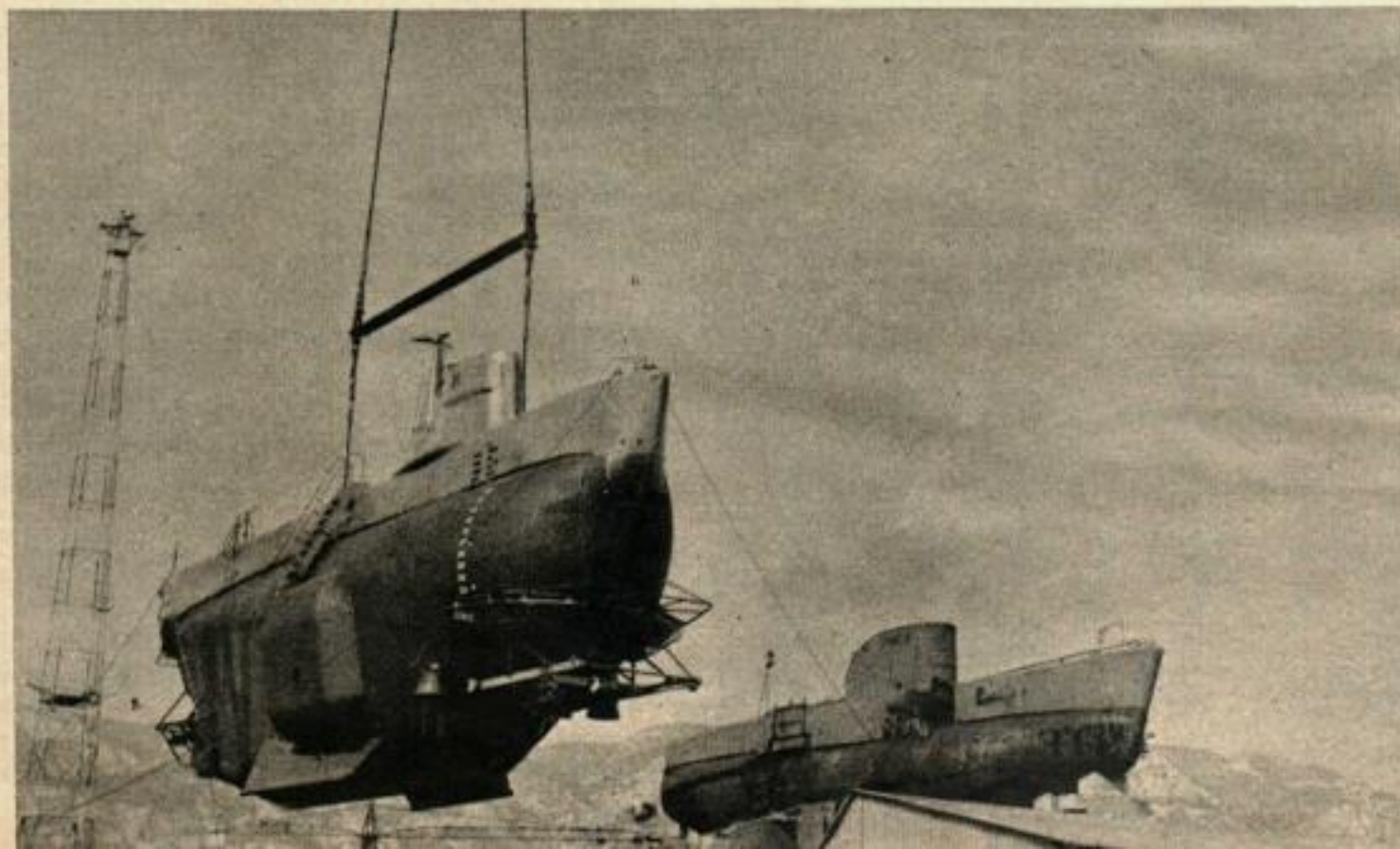
L'exploitation des mers est une nécessité économique

Lorsque dans quelques semaines le premier cosmonaute américain marchera sur la Lune, les Etats-Unis auront dépensé

Côte à côte, deux réalisations françaises : à droite, le premier Bathyscaphe FNRS III qui permit une plongée à 4 000 m en 1954. A gauche, le Bathyscaphe « Archimède » de la Marine Nationale.

la contrevalet de 120 milliards de francs. Pour aller sur Mars, il faudra sans doute compter au moins le double. Or les membres d'une commission présidentielle américaine viennent de démontrer que l'on pourra d'ici à dix ans travailler quotidiennement dans les océans jusqu'à une profondeur de 600 m et exploiter industriellement les ressources minières et vivantes du plateau continental. Pour en arriver là, il n'en coûterait que 40 milliards de francs environ. On estime par ailleurs qu'en doublant cet investissement dans le cadre d'un programme international, il serait possible de connaître parfaitement la surface du fond des mers et des océans jusqu'à une profondeur de 1 200 m, cette surface étant équivalente à celle de la Lune.

L'exploitation des mers est d'ores et déjà une nécessité économique et l'océanographie en investissement rapidement rentable. Aussi les Américains envisagent-ils (le projet est déposé) la création d'une agence fédérale, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Agency) qui, si le projet est adopté, regrouperait les différents services et bureaux existant et comprendrait environ 55 000 personnes. La NOAA disposerait de 320 navires de toutes dimensions et de 32 grands centres de recherches. Son budget serait d'environ 8 milliards de dollars (40 milliards de francs) pour dix ans (1971 à 1980). L'agence aurait pour mission : de développer l'exploitation des ressources océaniques (matières vivantes, minérales et fossiles), d'étudier et de réaliser de grands projets nationaux.



En France : le CNEXO

En France, où l'on a compris l'importance de l'océanographie, le CNEXO (Centre national pour l'exploitation des océans) a été créé en 1967. Etablissement public à caractère industriel et commercial, doté de l'autonomie financière, le CNEXO qui est placé sous l'autorité du premier ministre, a pour mission, en liaison avec les ministères et les entreprises publiques et privées, de développer la connaissance des océans et les études et recherches tendant à l'exploitation des ressources contenues à leur surface, dans leur masse, leur sol et leur sous-sol.

Le CNEXO, dans le cadre de cette mission, élabore les programmes de recherches et de développements visant à l'étude ou à l'exploitation des océans, en assure l'exécution et procède à des financements.

Très logiquement la première des tâches du CNEXO a été de proposer un programme d'orientation qui tient compte des incidences économiques d'une exploitation rationnelle des ressources des océans. Nous présenterons ce programme « Océan » et les choix du CNEXO dans un prochain numéro de Mécanique Populaire.

Quels sont les moyens dont dispose la France, et quelle est leur organisation ?

Une enquête détaillée effectuée en 1964 a permis d'évaluer le nombre de personnes employées par la recherche océanographique (recherche fondamentale, appliquée et technologique).

En 1964 donc, la France disposait de

450 chercheurs et ingénieurs et de 500 autres personnels, soit 1 310 personnes se consacrant à la recherche. Sur les 450 chercheurs, 318 relevaient du ministère de l'Education nationale, soit 70 %. Par ailleurs, 40 % des chercheurs se consacraient à l'océanographie biologique.

Quant aux institutions existantes, elles sont nombreuses et d'importances inégales et comprennent : des organismes orientés vers la recherche fondamentale au niveau de l'Education nationale ; des organismes s'occupant à la fois de recherches fondamentales et de recherches spécialisées ou appliquées, au sein des ministères des Armées, des Transports, de l'Industrie, de l'Agriculture, des Affaires sociales, des Affaires culturelles et de la Coopération ; des centres ou institutions privés.

Au total, plus de 100 laboratoires, centres, services, établissements, stations côtières... dépendant d'une cinquantaine d'organismes publics ou privés différents. (Les organismes publics relevant eux-mêmes de huit ministères), s'occupent d'océanographie en France.

Connaissance de l'océanographie

L'océanographie, par définition : « ensemble des études et recherches effectuées sur la partie du globe recouvertes par les

En surface, le Bathyscaphe « Archimède » ressemble à un petit sous-marin. Il déplace 198,8 t en plongée et mesure 21,30 m de long. On remarque au-dessus du kiosque l'hélice de manœuvre dans le plan vertical.



mers : masse des eaux, sol et sous-sol marins, zones limites des mers (surface et littoral) » entretient des liens très étroits avec de nombreuses disciplines scientifiques. Elle est tour à tour physique ou biologie, chimie ou géologie, selon le domaine qu'elle étudie ou les méthodes qu'elle utilise. Mais elle garde une profonde unité qu'elle tire du milieu commun que crée la mer, entre tous les éléments, vivants ou inanimés, qui sont enveloppés, recouverts ou transportés par elle.

L'océanographie physique étudie la nature de l'hydrosphère (partie du globe occupée par les océans et les mers) et ses propriétés (courants, marées, échanges et transferts d'énergie à la frontière atmosphère-océan...)

L'océanographie biologique étudie les êtres vivants dans le milieu océanographique et leurs peuplements. Les océans constituent un milieu particulièrement riche en organismes vivants, si l'on considère qu'ils renferment les trois quarts des espèces connues, alors qu'un quart seulement adapté au milieu terrestre.

A la base de toute vie dans les masses d'eau océanographiques de même d'ailleurs que sur les continents, il y a l'aptitude que possèdent les végétaux de faire la synthèse de molécules organiques à partir de composés minéraux (c'est ainsi que se nourrisse les plantes). Cette synthèse exige une énergie fournie par la lumière solaire ; or plus on s'enfonce dans l'eau, plus la lumière diminue, et au-delà de 100 m de profondeur elle devient difficile et cesse complètement vers 500 ou 900 m. Les matières végétales ainsi élaborées, composées en majeure partie de formes flottant entre deux eaux, et notamment d'algues microscopiques, dont l'ensemble est appelé phytoplancton, constituent le premier degré du cycle biologique des océans. Ces matières végétales sont utilisées comme nourriture par des animaux herbivores, dévorés eux-mêmes par des animaux carnivores, également minuscules qui sont mêlés dans la masse du zooplancton. Le zooplancton, à son tour, sert de nourriture à des organismes supérieurs qui, eux-mêmes, sont victimes de prédateurs carnassiers. La connaissance approfondie de ce cycle de la matière vivante en milieu marin est très importante car elle seule peut permettre d'estimer les peuplements de poissons, mollusques et crustacés et de déterminer pour chaque espèce

la quantité maximale qui peut être pêchée sans nuire à sa reconstitution. Cette recherche est une des tâches capitales de l'océanographie. L'expansion démographique, notamment dans le tiers-monde, et le problème de la faim, conduisent les chercheurs à étudier les moyens de mieux utiliser les immenses ressources alimentaires des océans afin d'épargner au monde des catastrophes par pénurie alimentaire, faciles à prévoir sinon à prévenir.

L'océanographie chimique a pour objet l'étude des éléments et des composés présents dans l'eau de mer. Elle est à ce titre liée à la biologie et à la microbiologie.

L'océanographie géologique et géophysique a pour objet l'étude de la nature des fonds marins et des structures profondes qu'ils recouvrent, ainsi que celle de leur évolution à travers les temps. Elle concerne 72 % de la surface du globe et revêt par conséquent une importance capitale.

En effet, l'eau n'est pas la seule matière première industrielle que l'on retire des océans. 16 % du pétrole extrait en 1967 provenaient de forages dans le sous-sol



marin et 40 % du pétrole américain (USA) proviendront en 1970 du plateau continental. Les efforts déployés au large des côtes du monde entier, et plus près de nous, en mer du Nord, ainsi que dans le golfe de Gascogne sont la preuve des immenses ressources que nous offre l'océan. Le développement de la technologie permet à l'homme d'exploiter plus efficacement ces ressources sur le plateau continental en vue d'extraire non seulement des hydrocarbures (gaz naturel et pétrole) mais également des matières premières dans les sédiments et dans le sous-sol marin.

La prospection ne fait que commencer, et déjà des gisements importants ont été découverts : phosphate au large de la Californie, diamant au large de la côte Sud-Africaine, or au large de l'Alaska, fer au large du Japon, titane au large de la Floride. L'eau de mer contient en suspen-

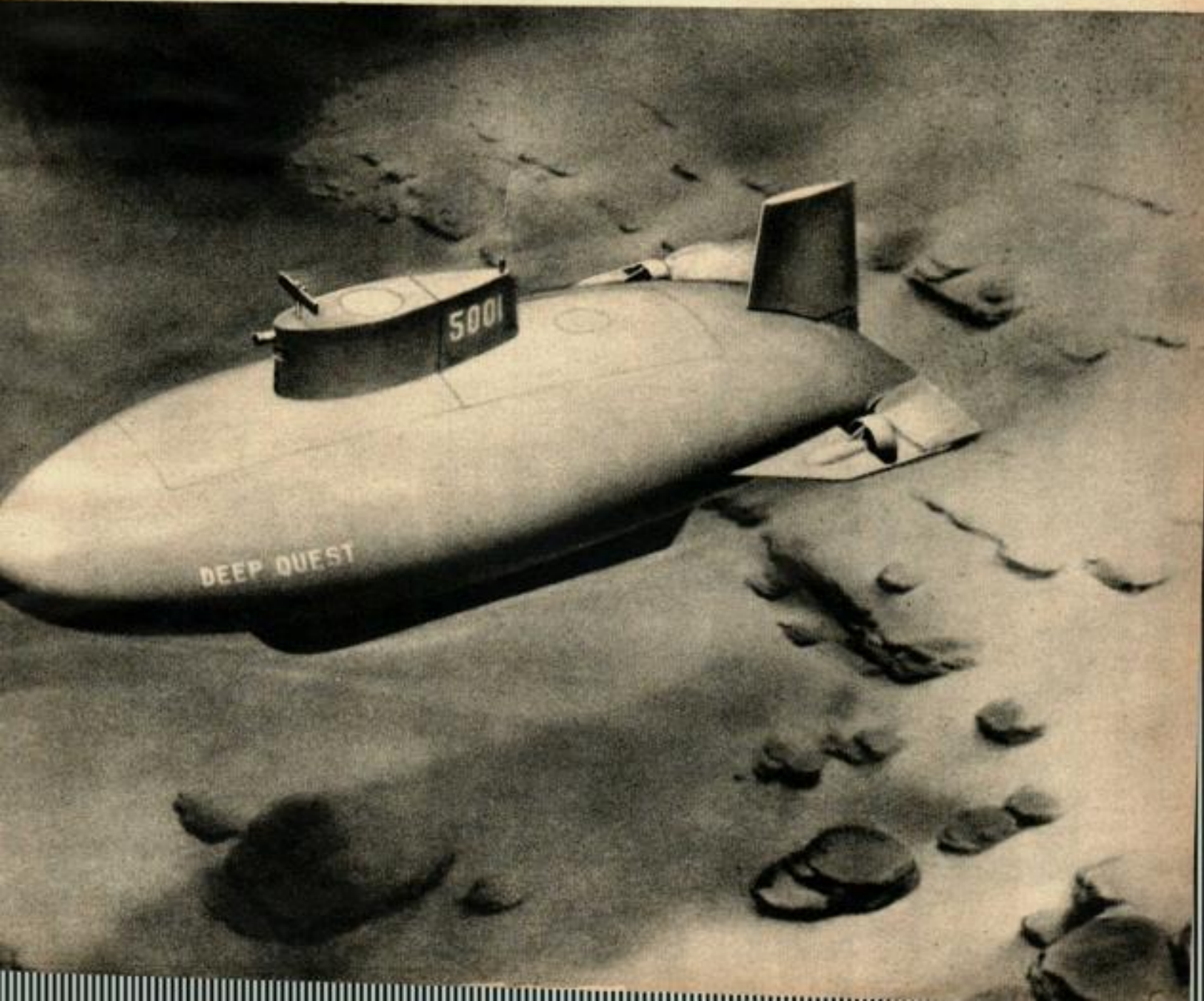
sion la plupart des métaux. Les nodules polymétalliques qui sont constitués par le dépôt progressif de fines particules métalliques autour d'un petit fragment de roche dure constituent aussi d'importantes réserves de minerais. Ils contiennent notamment 30 % de manganèse, 15 % de fer, 1 à 3 % de nickel et de cuivre.

Quand on sait l'importance du manganèse dans l'industrie moderne, on ne peut manquer d'être impressionné par les estimations des experts : rien que dans le Pacifique Sud, les réserves de ces nodules atteindraient 200 milliards de tonnes. On trouve enfin au sein même de la masse liquide, à l'état dissous ou en suspension, la plupart des minéraux ; les Britanniques ont même réussi à produire de faibles quantités d'uranium à partir de l'eau de mer.

L'océan source d'énergie

La masse liquide fantastique de l'océan est perpétuellement en mouvement : cycle de l'eau prélevée par évaporation et rendue par les pluies, grands courants, marées,

Cette composition montre le sous-marin scientifique Lockheed « Deep Quest » en mission. Véhicule de recherche actuellement opérationnel, il peut atteindre des profondeurs de l'ordre de 2 400 m.



houle. Ces mouvements ne se laissent pas domestiquer facilement. On a pu calculer que la houle peut représenter des poussées moyennes de l'ordre de plusieurs tonnes au mètre carré, mais le captage de cette énergie demeure problématique. Certes, l'usine marémotrice de la Rance est un magnifique exemple de domestication de la mer, mais l'énergie électrique qu'elle fournit est largement concurrencée par celle maintenant produite par les centrales nucléaires. En fait, l'utilisation directe de l'énergie des mers est faible à l'heure actuelle.

Il en va autrement de l'énergie produite ou à produire indirectement grâce à des éléments du sol et du sous-sol océaniques, ou contenus dans la masse même des eaux. C'est déjà une évidence en ce qui concerne le pétrole et le gaz naturel. Mais surtout l'eau des océans contient des millions de tonnes de deutérium et de tritium qui constituent probablement une source d'énergie nouvelle pour l'humanité. Expliquons-nous. On sait que si la « fission » des atomes lourds (tels que ceux de l'uranium) est un phénomène parfaitement maîtrisé aujourd'hui, permettant le fonctionnement des centrales atomiques, la « fusion » des atomes légers (isotopes de l'hydrogène : deutérium et tritium) n'est réalisée que dans les bombes H — grâce à l'amorce que constitue la bombe A (fission des atomes lourds) — mais n'est pas encore domestiquée.

Les recherches pour contrôler cette fusion se poursuivent, et leur aboutissement ferait de l'océan une réserve énergétique

quasi-inépuisable. En effet, si 11 % des océans sont constitués d'hydrogène, ils contiennent par conséquent des quantités fabuleuses de deutérium et de tritium, matières premières dont il ne faut que quelques grammes pour produire l'énergie H des bombes nucléaires.

L'océan source de loisirs et de santé

Sans l'océan, il n'y aurait pas d'eau, donc pas de vie. Il n'est point besoin de rappeler les bienfaits de la mer pour l'épanouissement de la santé et de l'équilibre général de l'homme. Les loisirs sains qu'elle offre aux citoyens confinés dans des zones urbaines et industrielles, intoxiqués par l'air vicié et par le mélange paradoxal de vie sédentaire et de frénésie mécanique sont pratiquement sans équivalents. Mais la mer n'est pas seulement une destination vacances, et une nouvelle médecine se crée autour de la thalassothérapie qui consiste à soigner et guérir par la mer.

La recherche océanographique et l'exploitation des océans sont en pleine mutation, aussi Mécanique Populaire tiendra-t-il ses lecteurs régulièrement informés des « Pourquoi et Comment » de cette science et de ses techniques appelées à prendre une place de plus en plus importante dans notre vie de tous les jours.

Ce sous-marin de sauvetage a été étudié par Lockheed pour secourir les sous-marins en difficulté. Amené à pied d'œuvre par un autre sous-marin, il sera capable de récupérer 24 hommes par plongée.

