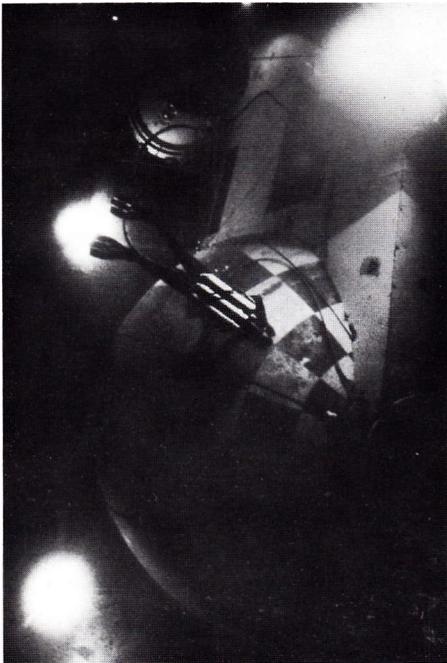


# la conquête d'un nouvel espace

Yves LA PRAIRIE \*



*Travailler sous la mer,  
bientôt une réalité quotidienne ?*

Une grande  
entreprise scientifique  
des temps modernes  
au même titre  
que la conquête  
de l'espace

Des quelque 500 millions de kilomètres carrés qui représentent la surface de notre globe, plus de 350 sont couverts par les océans et les mers : 70 % appartiennent au domaine marin, 30 % aux terres émergées.

Or, l'on sait depuis longtemps que les océans renferment de grandes ressources, mais leur exploitation est longtemps restée limitée à la collecte des poissons, des crustacés et du sel.

Durant des millénaires, l'homme a trouvé dans l'océan une surface d'aventure, puis de communication et de commerce avec la navigation, et, dans la guerre maritime, un champ de bataille complémentaire des champs terrestres. Mais il n'explorait que la surface des mers et le domaine des profondeurs lui restait inconnu.

Depuis une date récente, l'exploitation des océans fait l'objet de préoccupations d'une importance économique croissante.

Aussi, conquête de l'espace et conquête des immensités marines sont-elles contemporaines.

L'une et l'autre font appel à toutes les disciplines scientifiques, l'une et l'autre se développent, alors que l'explosion démographique rend angoissant l'épuisement relatif des ressources continentales en matières premières et souligne en termes pressants la nécessité d'en découvrir d'autres.

On assiste, depuis quelques années, à un véritable engouement pour tout ce qui concerne ce « 6<sup>e</sup> continent ».

La décennie océanologique, voulue et annoncée par Lyndon B. Johnson, alors Président des Etats-Unis, l'effort budgétaire, sans cesse croissant en ce domaine, de nations industrialisées, sont autant de preuves de la prise de conscience de l'océanologie à l'échelle internationale.

Afin de coordonner l'étude de problèmes complexes posés par l'exploitation des océans, plusieurs pays se dotent d'organismes spéciaux : N.O.A.A. (National Oceanic and Atmospheric Agency) aux Etats-Unis, C.N.E.X.O. (Centre National pour l'Exploitation des Océans) en France, par exemple.

\* Directeur Général  
du Centre National  
d'Exploitation des Océans

# Une immense réserve nourricière, industrielle et énergétique à peu près inexploitée

L'intérêt porté politiquement aux océans par les pays industrialisés pour les ressources du sous-sol marin s'explique aisément.

D'une part la pêche, et bientôt l'aquaculture ou élevage artificiel des poissons et des crustacés comestibles, fournit un apport essentiel à l'alimentation humaine, d'autre part, le développement des techniques récentes a permis de découvrir pétrole et minerais dans les fonds marins...

Aussi, les enjeux de l'exploitation des océans sont-ils importants.

## La production annuelle des matières vivantes : 30 % seulement des possibilités

Artisanale et hasardeuse pendant longtemps, la pêche tend à devenir une activité industrielle et scientifique. En effet, la connaissance de plus en plus précise de données biologiques, jointe à des techniques très perfectionnées, a transformé rapidement la pêche.

En 1968, 60 millions de tonnes de matières vivantes ont été prélevées dans l'océan. En ce qui concerne la répartition actuelle, 10 % de la production mondiale des pêches consiste en mollusques et crustacés, 45 % en poissons de fond et autant en espèces pélagiques.

D'une manière générale, la situation est paradoxale :

D'une part, on constate une sous-exploitation des océans car, si en 1968, les quantités pêchées s'élevaient à 60 millions de tonnes, on estime en fait à 200 millions de tonnes, les possibilités réelles de capture.

D'autre part, l'augmentation annuelle de la production des ressources marines

— 7 % — s'explique par une surexploitation de certaines régions. En effet, la construction dans l'hémisphère nord d'importantes flottes capables d'opérer loin de leurs bases a favorisé un accroissement considérable de l'effort de pêche mais a entraîné aussi la disparition par épuisement de certaines populations de poisson.

Une meilleure exploitation des possibilités offertes par les océans nécessite donc la rationalisation de l'exploitation de la matière vivante, l'augmentation de la rentabilité, enfin le développement d'une aquaculture compétitive.

## Une exploitation plus rationnelle

Les tonnages prélevés sur les stocks actuellement pêchés pourraient être notablement augmentés si un système international d'exploitation rationnelle était instauré. Ceci implique une meilleure connaissance des populations exploitées (importance, taux de renouvellement, migrations), à travers l'établissement de statistiques précises et d'études scientifiques.

L'augmentation de la rentabilité des pêches serait obtenue par une mise au point de nouveaux procédés de capture (câble électrique par exemple), par une amélioration des divers procédés de conservation des prises, enfin par une valorisation des sous-produits de la pêche sous forme de concentré de protéines de poisson utilisable pour la consommation humaine ou de produits pharmaceutiques.

L'aquaculture, ou élevage des animaux marins, peut être un complément de la pêche maritime et non un concurrent : en effet, le choix des élevages porte, après études du marché, sur des espèces de qualité dont le consommateur est souvent privé.

Il faut d'abord savoir avec précision quels sont les animaux marins élevés de par le monde. Sans vouloir en donner une liste complète, signalons les plus intéressants :

Parmi les mollusques : la moule, l'huître commune (*Ostrea edulis* ou huître plate), la portugaise, la palourde, la coquille Saint-Jacques, l'ormeau.

Parmi les crustacés : la crevette au Japon, aux Etats-Unis, en Angleterre, en France, au Mexique ; le homard au Canada, aux Etats-Unis et en France.

Parmi les poissons : l'anguille qui peut d'ailleurs être élevée en eau douce, la sole en Angleterre, la pampano aux Etats-Unis, la dorade au Japon, le loup ou bar en France, le mulot en France et en Israël, des essais sur le thon et la sardine respectivement au Japon et aux Etats-Unis. Signalons également le saumon qui est élevé jusqu'à un certain stade après lequel il est mis en rivière en attendant son retour après un long séjour en mer.

## L'huître, la moule et l'anguille : les plus intéressantes

Economiquement, les produits les plus importants en chiffre d'affaires sont l'huître, la moule, l'anguille. Les marchés potentiels les plus considérables sont ceux de certains coquillages et des crustacés dont tout particulièrement la crevette.

Le Japon se consacre depuis longtemps aux espèces les plus coûteuses : en 1965, on a pu obtenir 300 tonnes de crevettes. Les Philippines, les Célèbes, les Etats-Unis obtiennent des résultats intéressants.

Suivant ces exemples, des sociétés industrielles françaises ont choisi de faire porter un effort particulier sur des espèces susceptibles d'être rentables commercialement.

Indépendamment des recherches entreprises pour la conchyloculture et l'ostréiculture, d'autres crustacés peuvent trouver sur le marché français d'excellents débouchés.

La Compagnie Générale Transatlantique a réussi à réaliser un cycle complet d'élevage industriel de la crevette. Par ailleurs, plusieurs spécialistes encouragent l'élevage des saumons, dans des

rivières de Bretagne comme l'Ellé ou l'Aulne. La Société des Salins du Midi développe l'élevage de la daurade.

Un autre type d'expérience a eu lieu en 1968, au large de Palavas. Il a été procédé à l'immersion, par vingt à vingt-cinq mètres de profondeur, de vieilles voitures, dans un site pauvre en poissons mais riche en sels minéraux. On a pu noter déjà la fixation de langoustes et de cigales de mer sur ces éléments.

De telles recherches, jointes aux travaux des équipes de la Station Marine d'Endoume permettent de penser que l'aquaculture peut résoudre des problèmes importants : le réapprovisionnement de certaines espèces et leur vente régulière sur les marchés.

## L'avenir du pétrole est sous la mer

La part de la production pétrolière océanique dans la production pétrolière totale doit doubler entre 1968 et 1984 : une telle évolution dépend du développement des techniques d'exploitation pétrolière mais aussi du support que l'océanologie peut lui apporter.

La production mondiale des hydrocarbures liquides s'est élevée à environ 2 milliards de tonnes en 1968 : 335 millions de tonnes — soit 17 % de la production mondiale — ont été extraits de l'océan.

Cette part de la production océanique dans la production mondiale totale atteindra 22 % en 1972 et 33 % en 1978.

On estime qu'entre 1968 et 1984, la production océanique sera multipliée par 6 ou 7, atteignant 2 milliards de tonnes environ en 1984.

Dès 1980, 40 % de la production américaine seraient assurés par les exploitations en mer sur le plateau continental des Etats-Unis.

Toutes ces prévisions sont fondées sur les seules possibilités techniques d'exploitation pétrolière en mer sur les plateaux continentaux, c'est-à-dire jusqu'à la profondeur de 200 mètres.

Cependant, des forages pétroliers ont d'ores et déjà été exécutés à 400 mètres de profondeur. Des découvertes d'indices pétroliers ont été effectuées par le navire américain « Glomar Challenger », à plus de 4 000 et 5 000 mètres de fond.

La production marine de pétrole provient aujourd'hui de trois zones : les Etats-Unis (20 %), le Venezuela (42 %) et le Golfe Persique (26 %) ; mais cette situation va se modifier, on assiste à une véritable ruée des plus grandes compagnies pétrolières vers l'Alaska et la découverte de gisements océaniques importants dans cette région entraînera sans doute des changements géo-économiques rapides. Enfin, la position du Golfe Persique va devenir prépondérante avec 42 % de la production océanique mondiale.

## Minerais : une nouvelle ruée vers l'or

Dans une quinzaine d'années, les industries mondiales auront besoin de deux fois plus de minerais qu'aujourd'hui. De nombreux gisements terrestres sont en voie d'épuisement et la demande, toujours plus pressante, incite à une sur-exploitation de ces matières premières.

L'exploitation du sol et du sous-sol marins peut contribuer à résoudre le problème mondial d'approvisionnement à terme en matières premières minérales.

D'après un rapport rendu public en juin 1969, le Conseil Economique et Social des Nations Unies souligne que la production annuelle mondiale tirée des placers marins représente 7 % de la production mondiale et une valeur de 250 millions de francs.

Prolongement des gisements terrestres, les zones d'exploitation sont encore très proches des côtes.

On exploite, sous la mer, du fer (Finlande, Terre-Neuve), du charbon (Canada, Japon), du soufre (Etats-Unis), des diamants (Afrique du Sud), de l'étain (Indonésie), et également des sables et graviers à usage de travaux publics aux Etats-Unis et en Angleterre.

Il s'agit de sables et graviers d'une importance primordiale pour les travaux publics et la construction, car les carrières exploitées à terre ne suffisent plus.

D'importantes accumulations existent sur le plateau continental : leur extraction — par dragage ou pompage — est déjà entreprise dans les zones littorales des grands ports des Etats-Unis et, pour la Grande-Bretagne, dans la Manche. En France, un inventaire précis des sables et graviers du plateau continental français doit être dressé.

Il faut tenir compte aussi des minéraux en suspension dans l'eau de mer : chlore, sodium, magnésium, potasse et brome. 70 % du brome et 61 % du magnésium produits dans le monde sont extraits des océans.

Les recherches se poursuivent aussi sur les grands fonds : il s'agit de phosphorites sous-marines et de nodules polymétalliques.

Deux océanographes britanniques, au cours de la campagne historique du « Challenger », de 1873 à 1876, furent les premiers à signaler les « deep sea concretions » ou nodules des grands fonds, considérés pendant longtemps comme de simples curiosités minéralogiques. Deux ans après le retour de l'expédition, un chimiste de la même équipe découvrait dans le « Firth of Clyde », en Ecosse, les premières « shallow concretions », nodules des faibles profondeurs. On savait dès lors que ces concrétions contenaient dans des proportions variables, du manganèse, du nickel, du cobalt, du zinc, du cuivre et d'autres métaux.

## D'immenses dallages par grand fond

Avec les moyens modernes d'investigation directe, télévision sous-marine et

caméras photographiques, on a pu récemment constater que ces nodules pouvaient constituer de véritables dallages sur le fond des océans.

On les trouve à des profondeurs variables et dans des zones où le taux de sédimentation est très faible. Très abondants dans le Pacifique, les nodules polymétalliques les plus intéressants par leur composition se trouvent, semble-t-il, sur les plaines abyssales, par 4 000 à 6 000 mètres de profondeur.

Certaines firmes américaines ont lancé, en 1969, une opération de grande envergure, véritable pari sur la rentabilité. En effet, une recherche systématique, financée par 100 millions de dollars a été entreprise par la Deepsea Venture, du Groupe Tenneco qui, après avoir remonté et analysé 40 tonnes de nodules d'Atlantique occidentale, prépare une exploitation de 4 000 tonnes par jour par 1 800 mètres de fond, commence à prospecter le Pacifique oriental et à mettre au point un système de ramassage par plus de 5 000 mètres.

La France s'intéresse également de très près aux 1 500 milliards de tonnes de nodules évalués dans le seul Océan Pacifique. Une première tonne de nodules polymétalliques a été prélevée, au début de l'année 1971, dans le Pacifique, non loin des îles Tuamotu. Cette première campagne expérimentale, réalisée grâce à une association étroite de la Marine Nationale et du Centre National pour l'Exploitation des Océans, a permis le prélèvement de nodules dont le poids moyen est de quelques dizaines de grammes, le record de la campagne étant un élément de 118 kilogrammes.

Les plateaux continentaux, prolongements sous-marins jusqu'à la profondeur de 200 mètres des terres émergées, sont activement prospectés afin d'y inventorier des gisements filoniens ou détritiques intéressants.

Ainsi, l'Union Soviétique explore-t-elle les plateaux continentaux de la Baltique et de la Mer Noire, à la recherche de sables contenant du zirconium, de l'ilménite, du rutile.

Des gisements d'or ont été décelés sur le fond de la Mer de Bering et en Mer du Japon. Des recherches intensives sont engagées par le Japon. L'Allemagne s'intéresse à certaines parties du plateau continental africain.

## Un moyen d'anticipation technologique

Toute industrie qui dispose, pour travailler dans l'océan, d'une certaine marge d'anticipation technique en ce qui concerne l'exploration, l'intervention et le travail de l'homme, soit directement par plongée, soit indirectement par automatismes, dispose d'un atout maître dans la partie qui se joue dans le monde.

L'industrie française des services sous-marins occupe en ce domaine une situation particulièrement enviable sur le marché mondial.

# Tous les grands pays industrialisés se lancent dans la course économique à la mer

Les perspectives offertes par les océans apparaissent désormais telles qu'elles font l'objet dans le monde entier d'un essor remarquable. En particulier, tous les grands pays industrialisés se lancent dans cette grande affaire. Gouvernements et industries y mettent au point de très importants programmes.

Sans exclure des nations industrielles et maritimes comme la Grande-Bretagne, les Pays-Bas ou l'Italie, nous avons retenu d'analyser plus en détail les projets envisagés de façon fort diverse et avec des moyens variables dans cinq pays : le Japon, l'Allemagne Fédérale, les Etats-Unis, l'Union Soviétique et la France.

## **Japon : un premier programme intensif sur 3 ans**

Au Japon, l'industrie met en place ses structures d'action pour exploiter les gisements de minerais et d'hydrocarbures qu'elle prospecte dans les mers de Chine et d'Indonésie, ainsi que dans le Golfe Persique. 80 % des activités japonaises de prospection de gisements de pétrole et de minerais, sont des activités océaniques.

Le gouvernement japonais a lancé un programme de trois ans pour la prospection de telles ressources sous-marines dans l'Océan Pacifique. Trois reconnaissances systématiques seront terminées à la fin de mars 1972 : l'une dans les eaux territoriales japonaises à l'est de Tokyo ; l'autre entre les Iles Izu et les Iles Bonin ; la troisième au sud-ouest des Iles Kyu-Shiu jusqu'à Palau dans le Pacifique méridional, portant même sur les fonds supérieurs à 4 000 mètres. Une importance particulière est attachée à la reconnaissance de zones riches en nodules polymétalliques. Des campagnes de prospection de ces nodules ont été lancées par des groupes industriels, tel Sumitomo avec une participation gouvernementale de

l'ordre de 10 % des sommes investies.

Des accords sont proposés par le gouvernement japonais à des Etats asiatiques et sud-américains riverains du Pacifique, pour entreprendre des reconnaissances systématiques dans le cadre de coopérations bilatérales. Une haute personnalité du ministère japonais du commerce extérieur et de l'industrie déclarait récemment qu'une telle politique se proposait d'une part, d'assurer au Japon un approvisionnement régulier en matières premières, et d'autre part, d'établir des liens économiques et techniques étroits avec des pays en voie de développement rapide. Avec une tranquille assurance en l'avenir, il tenait pour acquis que le premier exploitant obtiendrait un titre définitif. Assurance soutenue par un gouvernement qui, depuis trois ans, développe le budget consacré aux activités océanologiques à un rythme prodigieux : 24 millions de francs pour l'année fiscale 1968-1969 ; 48 millions de francs pour l'année 1969 - 1970 ; 110 millions de francs pour l'année 1970-1971.

Le dynamisme japonais est ainsi l'une des composantes essentielles de la compétition océanique mondiale, dans une partie du monde (le Pacifique) que les premières reconnaissances systématiques font apparaître comme la plus intéressante en fait de ressources minérales des fonds marins.

## **Allemagne Fédérale : trois fois plus de crédits**

L'industrie de l'Allemagne Fédérale fait preuve également d'un dynamisme conquérant. Forte de ses succès économiques, de sa maîtrise technique, l'Allemagne engage un effort important pour l'exploitation des ressources de l'océan. En annonçant un triplement du budget fédéral en matière océanique, le ministre compétent déclarait qu'il y a « un espace intérieur de la planète ouvert à l'esprit

d'entreprise », un « défi » à relever d'autant plus intéressant que jusqu'à présent « pas grand chose n'avait été fait par les autres ».

Une grande firme chimique et métallurgique, Preussag, s'est intéressée depuis plusieurs années aux « saumures chaudes », étudiées en Mer Rouge par les navires océanographiques britannique « Discovery », américain « Atlantis II », et allemand « Meteor ». Elle détient un permis d'exploration attribué par le gouvernement soudanais et prépare, associée avec une firme américaine, les techniques et les matériels nécessaires pour une exploitation de zinc, de cuivre et de plomb contenus dans des boues chaudes en couches d'une épaisseur de 10 à 20 mètres. La valeur des minerais de ces gisements originaux serait immense, de l'ordre de 1,5 à 1,7 milliard de dollars.

La Compagnie Metal Gesellschaft s'est associée, elle, avec le groupe américain Tenneco, pour procéder en commun à des explorations, des évaluations et des essais chimiques et métallurgiques avant de constituer en 1972, si ce programme préliminaire est satisfaisant, un consortium d'exploitation de nodules polymétalliques, ces concrétions qui tapissent les grands fonds en certaines zones.

## **U.S.A. : la puissance et le sens du risque au service de ce nouveau champ d'action**

La puissante préparation industrielle américaine est saisissante. On est frappé d'étonnement devant les manifestations des 725 firmes américaines qui proposent des matériels et des services océaniques. 25 de ces firmes dépensent déjà un total de 12 millions de dollars par an pour la recherche et les mises au point techniques. On relève la volonté de diversification de grands groupes industriels, tels General Electric, Westinghouse, General Dynamics, Lockheed, dont les départements spatiaux ou bien des départements océanologiques nouvellement créés s'intéressent aux engins de pénétration et de travail en milieu marin.

On note le sens du risque calculé que les « venture corporations », c'est-à-dire littéralement les sociétés de risque, manifestent en matière de minerais marins. Le groupe Tenneco a fait connaître son programme d'investissement de 200 millions de dollars dans la prospection, le ramassage et le traitement des nodules polymétalliques des grands fonds. Aucune zone intéressante des océans ne semble devoir échapper à la volonté de reconnaissance de la « Société de risque » créée à cet effet, « Deep Sea Venture Inc. ».

Le chiffre d'affaires de l'industrie océanologique des Etats-Unis, en y incluant les opérations financées sur contrats de défense nationale, l'exploitation du pétrole en mer, et les activités de services pour loisirs sous-marins, se monte en 1964, à 3 milliards de dollars. En 1970, ce chiffre d'affaires aura dépassé 5 milliards de dollars.

Le rythme de développement ne peut manquer de s'accélérer avec l'action d'une administration fédérale chargée du développement océanologique, la « National Oceanic and Atmospheric Administration » (N.O.A.A.) créée en octobre 1970.

## **Regroupement océans et espace**

La N.O.A.A. regroupe, en une seule administration, les principaux programmes généraux concernant les océans et l'atmosphère, jusqu'alors poursuivis par quatre départements ministériels et une Agence fédérale.

Dans son message au Congrès présentant le projet, le Président Nixon a souligné « que les Etats-Unis étaient entraînés par une nécessité déterminante à entreprendre une exploration et un développement technique conduisant à une exploitation rationnelle des ressources marines... Nous disposons déjà, bien qu'ils soient éparpillés à travers plusieurs départements et agences fédéraux, des moyens scientifiques, techniques et administratifs pour entreprendre un effort efficace et unifié. Tout ce que nous avons à faire est de rassembler ces moyens. C'est le but assigné à la N.O.A.A. ».

Cette agence fédérale, rattachée au Department of Commerce, cette force de coordination dont disposent les Etats-Unis, groupe plus de 12 000 personnes et disposera pour 1971 d'un budget de 270 millions de dollars (soit près d'un milliard et demi de francs) et de plus de cent navires spécialisés...

## **Les Russes concentrent leurs moyens sur les ressources minières**

Pour ce qui est de l'Union Soviétique, le nombre de navires océanographiques soviétiques, la plupart remarquablement équipés, est supérieur à celui de tous les autres pays du monde réunis. Par ailleurs, l'Union Soviétique possède la flotte de pêche de haute mer la plus importante et la plus moderne du monde.

Bien qu'elle ait été dans le monde un des pionniers de l'exploitation du pétrole marin par ses premiers puits en mer Caspienne de 1920 à 1925, l'Union Soviétique extrait peu de pétrole à partir de gisements océaniques : 3 à 4 % de la production annuelle, ce qui est peu

si l'on se réfère à la part de l'exploitation océanique dans la production mondiale qui se monte, cette année, à près de 20 %. Par contre, depuis 1966, des campagnes systématiques de reconnaissance ont été poursuivies sur les plateaux continentaux des différentes façades maritimes de l'Union Soviétique, à des fins de prospection minière, car, selon des déclarations officielles, « certaines réserves continentales de plusieurs métaux non-ferreux seraient épuisées avant la fin de ce siècle ».

Les premières exploitations de sables contenant du rutile, de l'ilménite et du zirconium ont eu lieu en Baltique. Les programmes se sont développés depuis, en mettant un accent particulier sur la prospection et l'exploitation du titane. M. Kostin, Vice-Ministre des métaux non-ferreux, qui déclarait aux « Izvestia », à la fin de l'année 1969 : « *l'extraction et la concentration expérimentale de minerais de titane provenant du fond de la Baltique, ont montré que le coût d'une exploitation de gisements sous-marins peut être inférieur à celui d'une exploitation de gisements terrestres. Dans ces conditions, le ministère a décidé de lancer dès maintenant un programme d'exploitation des gisements reconnus de minerais de titane et de zirconium en mer Baltique...* »

N'ayant pas participé à la rapide expansion de l'exploitation pétrolière marine dans le monde, les Soviétiques entendent être les premiers pour l'exploitation des gisements miniers, et disposer des méthodes et des matériels qui peuvent rendre possible cette exploitation.

## **France : un grand effort d'organisation pour la recherche- développement**

En France, le gouvernement a voulu doter le pays d'un outil de travail en créant, à cet effet, en janvier 1967, le Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.).

La première mission confiée au C.N.E.X.O. fut de préparer un programme d'ensemble à la fois cohérent et sélectif.

Dès novembre 1967, le C.N.E.X.O. entreprenait la préparation d'un projet de programme national. Des groupes de travail, réunissant les meilleures compétences techniques, proposaient des idées directrices d'orientation et d'exécution par thèmes.

Regroupant des équipes jusqu'alors isolées les unes des autres, le C.N.E.X.O. devenait le point de convergence des activités de recherche, de développement technique et de préparation de la phase d'exploitation.

Cinq thèmes orienteurs ont été retenus par le programme « Océan » :

● *L'exploitation de la matière vivante :* Ce thème regroupe l'océanographie biologique et celle des pêches.

Ses objectifs concernent l'importance et le taux de renouvellement de la population exploitée, l'amélioration des procédés de capture et de ceux de conservation.

● *L'exploitation des minerais et des hydrocarbures* : Ses trois objectifs principaux visent :

— l'exploitation effective en collaboration avec l'industrie des ressources minérales,

— l'exportation de la capacité technologique d'intervention acquise sur le plateau continental,

— enfin, l'utilisation de nouvelles réserves d'eau douce.

● *La reconnaissance et l'aménagement du plateau continental* : La priorité étant donnée aux opérations permettant à la France de maintenir la bonne place qu'elle occupe en ce domaine sur le plan mondial.

● *La lutte contre la pollution* : Le but est de conserver la mer propre, de la nettoyer et de prévoir les risques et leurs conséquences.

● *L'action de l'océan sur les conditions météorologiques et climatiques* : Deux objectifs sont poursuivis :

— prévision de l'état de la mer et du temps à court et long terme,

— action de l'homme sur les phénomènes météorologiques pour les contrôler et éventuellement les modifier.

De plus, la nécessité de disposer d'une infrastructure de soutien technologique permettant la réalisation de programmes sans commune mesure avec ceux jusqu'ici entrepris, a conduit à la décision de créer un grand centre polyvalent d'océanologie à Brest.

Le projet de création en France d'un Centre polyvalent de recherches océanologiques remonte à 1961. Quelques années plus tard, la Commission de la recherche pour la préparation du V<sup>e</sup> Plan soulignait qu'en ce qui concernait l'océanographie, du fait de leur dispersion géographique, les chercheurs français « forment de trop nombreuses petites équipes, en général insuffisantes pour faire aboutir rapidement des études d'une certaine ampleur ».

Dès sa création, en 1967, le C.N.E.X.O. considéra la construction du C.O.B.\* comme un objectif prioritaire.

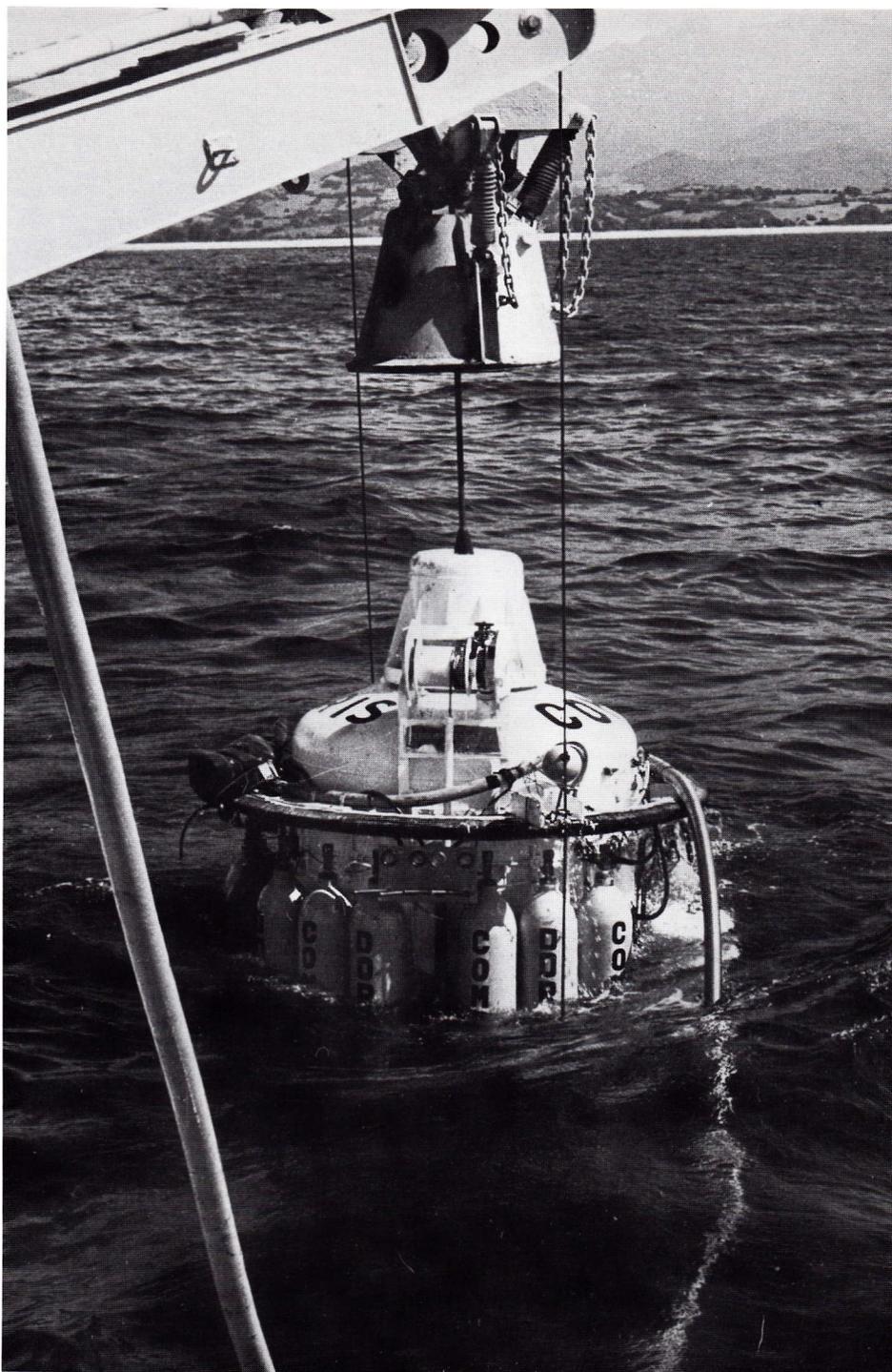
Le terrain offert par la municipalité de Brest pour l'implantation du nouveau Centre est situé à proximité de Brest, sur le territoire de la commune de Plouzané. La première tranche des travaux a été lancée en novembre 1968 et achevée à la fin du printemps de 1970.

## Quatre fonctions pour le C.O.B.

Quatre fonctions sont attribuées au C.O.B. par le programme national « Océan ».

— **Une fonction scientifique polyvalente** résultant de la réunion de laboratoires spécialisés dans les principales disciplines océanographiques : géologie, géophysique, biologie, physique, chimie, etc., animés par des chercheurs venant de différents horizons.

\* Centre Océanologique de Bretagne.



La tourelle de plongée profonde « Janus II » explore le plateau continental par 250 mètres de fond dans la baie d'Ajaccio.

— **Une fonction d'expérimentation de matériels nouveaux** : le support technologique que le C.O.B. doit apporter est essentiel pour l'océanologie française car, dans ce domaine, une instrumentation très spécialisée et des moyens d'action techniques fiables et adaptés aux besoins sont indispensables.

— **Une fonction logistique** : le Centre est associé étroitement à l'utilisation des navires océanographiques, tant pour la préparation du matériel spécialisé mis en œuvre par ces navires, réglé et suivi par les mêmes équipes à terre et à bord, que pour l'exploitation des résultats des campagnes en offrant aux participants des moyens de réunion et traitement des données.

— **Une fonction informatique** : le Bureau National des Données Océaniques

(B.N.D.O.) doit occuper un bâtiment dont la construction a été lancée en mai 1970.

Les activités du B.N.D.O. seront nombreuses : rassembler les données recueillies en mer ; établir les programmes généraux de traitement de ces données ; favoriser le traitement scientifique de ces renseignements et enfin, constituer une documentation automatique pour l'ensemble de l'océanographie. Le B.N.D.O. est appelé à devenir un élément du réseau national de documentation spécialisée dans le domaine de l'océanographie.

Les premiers bâtiments du C.O.B. ont été, au cours du mois de mai 1970, mis progressivement à la disposition de leurs utilisateurs : laboratoire de biologie, géologie, bâtiments de Direction...



L'unité de recherche « Jean-Charcot » (France), lors de la campagne d'exploration « Nord Atlante ».

Les réalisations suivantes s'échelonnent vraisemblablement jusqu'en 1975.

Pour 1971, le budget du C.N.E.X.O. est de 90 millions de francs.

Outil du gouvernement pour coordonner les efforts scientifiques et techniques et stimuler l'industrie, le C.N.E.X.O. joue, d'une part un rôle d'aide et de soutien lorsque des structures françaises d'action existent, d'autre part un rôle de promotion lorsque l'initiative ne peut venir que de lui en raison de l'absence de structures adéquates. En ce cas, il assure les préalables et ouvre les voies dans lesquelles organismes publics ou firmes industrielles orientent leur action.

Mais le C.N.E.X.O. n'est pas le seul atout dont dispose la France pour répondre à la dynamique de la compétition mondiale.

### Trois atouts pour compléter l'action du CNEXO

Ce sont d'abord les équipes qui, dans l'Université, l'industrie, la Marine Nationale, les organismes publics spécialisés (O. R. S. T. O. M., I. S. T. P. M., I. F. P., B.R.G.M.)\* ou privés (Institut Océanographique) ont pu apporter dans le

domaine océanique une masse de connaissances scientifiques, d'équipements, d'instrumentations souvent très remarquables.

Ensuite, c'est une politique pétrolière efficace et persévérante poursuivie avec ténacité par le secteur pétrolier d'Etat, depuis plusieurs années, et qui permet à l'industrie française de proposer sur le marché mondial, avec une avance suffisante, les méthodes et les matériels d'exploitation du pétrole marin (flexo-forage par exemple). La France a, sur les plateaux des cinq continents, plus de 700 000 km de permis de recherche pétrolière.

C'est, enfin, cette marge d'anticipation qui donne à la France, en ce qui concerne les engins de pénétration du milieu marin, les matériels et les techniques de plongée profonde, une situation particulièrement enviable sur le marché mondial. L'opération « JANUS II », qui s'est déroulée avec succès à la fin de septembre 1970, dans le golfe d'Ajaccio, et qui a comporté chaque jour plusieurs heures de travail effectif à la profondeur de 255 mètres, a démontré que désormais les océanographes français, les premiers au monde, sont capables d'intervenir en n'importe quel point des plateaux continentaux de notre planète. Le Commandant Cousteau avait ouvert la voie avec

ses « Maisons sous la mer ». La plongée industrielle profonde à saturation réalisée par la COMEX (Compagnie Maritime d'Expertises), ouvre toutes les perspectives économiques, car elle apporte le travail effectif de l'homme sur le fond.

Enfin, le 19 novembre 1970, deux plongeurs de la COMEX — Patrice Chemin et Bernard Reuiller — établissaient, au cours de l'expérience Physalie, le record de profondeur de plongée profonde en caisson (c'est-à-dire fictive), 520 mètres.

Par ailleurs, plusieurs entreprises se tournent avec confiance vers l'aquaculture, complément plus qu'alternative à la pêche, et dont le développement semble prometteur et inéluctable.

Enfin, depuis peu, les grands groupes miniers français s'intéressent à l'océan. Nous avons noté que parmi les motifs avancés pour la fusion *Péchiney-Ugine-Kuhlmann*, l'on avait souligné la volonté : « d'exploiter ensemble les ressources des océans ».

\* Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.  
Institut Scientifique et Technique de Pêche.  
Institut Français du Pétrole.  
Bureau de Recherche Géologique et Minière.

# Pour l'information, la mesure, la navigation et la prospection: des moyens techniques considérables

L'intérêt mondial pour les activités minières, pétrolières sous-marines, se heurte à des obstacles précis :

- **la connaissance des fonds marins est encore rudimentaire,**
- **les méthodes de localisation manquent de précision.**

Aussi le développement de la technologie océanique devient-il chaque jour plus essentiel.

Les recherches actuelles tendent à assurer la résistance du matériel aux conditions d'emploi dans un milieu corrosif, le développement des moyens de mesures à la mer, de navigation et fonctionnement, et surtout des moyens d'intervention dans le milieu marin par plongées directes de l'homme ou par engins.

En matière d'instrumentation océanographique, les recherches tendent à améliorer d'une part les capteurs de mesure, et d'autre part, la transmission de l'information en milieu marin.

En effet, les ondes radio-électriques sont mal reçues dans ce milieu et les ondes mécaniques se propagent lentement.

Aussi, en attendant une plus grande utilisation de signaux ultra-sonores, on emploie les ondes acoustiques, tant pour la détection (sonar, sondeur), que pour les télécommunications (télémesure et téléphone sous-marin).

Cette même technique joue un rôle important dans l'exploration du sous-sol océanique par des procédés sismiques : émetteur à étincelles, canon à mélange gazeux explosif.

Le procédé le plus intéressant est le « flexotir » de l'Institut Français du Pétrole qui consiste à provoquer des ondes de choc acoustiques pénétrant dans le sous-sol marin à l'aide de très petites charges d'explosif.

Le développement des mesures à la mer est encore souvent rendu onéreux par le coût de l'immobilisation d'un navire. Aussi, on utilise comme support

des capteurs de mesure, des bouées automatiques, portant des capteurs de mesure de température, vitesse, direction des courants à plusieurs niveaux dans l'eau ainsi que des appareils de mesure dans l'air.

La généralisation de ce type d'engins dans le cadre du S.M.I.S.O. (Système Mondial Intégré de données Océaniques) va être rapide.

Pour répondre aux besoins de prospection des compagnies pétrolières, on utilise aussi des « perches de fronde », bouées capables de transmettre pendant dix minutes, toutes les quatre heures, des paramètres météo-océanographiques enregistrés sur bande magnétique.

De plus, la poursuite de recherches en mer nécessite des engins flottants qui soient stables, et ne subissent que le moins possible les effets de la houle et des courants. Les systèmes d'ancrage dynamique commencent à se généraliser, ainsi que des méthodes de positionnement par rapport au fond.

La localisation par satellites « Transit » des navires autorise la navigation précise par tous temps, alors qu'autrefois celle-ci n'était pratiquement possible que lorsque la clarté du ciel permettait de faire le point par les méthodes optiques ; à moins de se contenter de l'imprécision des relèvements gonio, ou de recourir aux systèmes électroniques de navigation hyperbolique tels que : Omega, Loran, Decca. Mais ceux-ci présentent des inconvénients : un grand nombre de régions du monde ne sont pas complètement couvertes ; leur efficacité est limitée à un rayon de 1 000 à 5 000 km autour des stations émettrices et varie avec les conditions atmosphériques ; l'identification des ondes n'est pas toujours sûre et la marge de précision varie de 1 à 20 km suivant l'heure et les conditions ambiantes.

Le principe du « Transit » diffère peu des systèmes de radionavigation classiques. La différence est que le réseau des stations au sol est remplacé par les positions successives d'un ou plusieurs satellites, ce qui permet d'assurer une couverture mondiale.



## L'homme sous la mer : les méthodes de plongée

L'intervention de l'homme sous la mer est nécessaire pour la pose et l'entretien d'un grand nombre de matériels.

Les programmes en cours dans le monde sont de reconnaître les frontières ultimes des profondeurs auxquelles il sera possible de faire intervenir des hommes.

Les difficultés sont nombreuses :

- augmentation de la pression subie (10 kg tous les 100 m),
- nocivité de l'oxygène et de l'effet de narcose de l'azote au-delà de 70 m,
- danger d'ébullition des gaz dissous dans le sang, lors de la remontée,
- froid.

Deux méthodes sont utilisées pour les plongées : la plongée d'intervention et la plongée à saturation.

Au cours d'une plongée d'intervention, le plongeur descend sur le fond, au moyen d'une tourelle submersible qui lui sert d'ascenseur et d'abri.

Au cours d'une plongée à saturation, les tissus du corps du plongeur sont saturés à la pression ambiante. Aussi, la durée de la décompression restera constante quel que soit le temps de séjour à la pression du fond.

Cette méthode a notamment permis à deux plongeurs français de la COMEX (Compagnie Maritime d'Expertises) de réaliser une expérience record en août 1970. Au cours de l'opération JANUS II, dont les promoteurs étaient le groupe pétrolier ELF-ERAP et le C.N.E.X.O., pour la première fois, des hommes ont travaillé en saturation à moins 255 m sous la surface de la mer.

La France a acquis une réputation mondiale, et dans le monde entier, les sociétés de service, qui mettent en œuvre ces techniques, comme la Compagnie Maritime d'Expertises, connaissent une expansion remarquable.

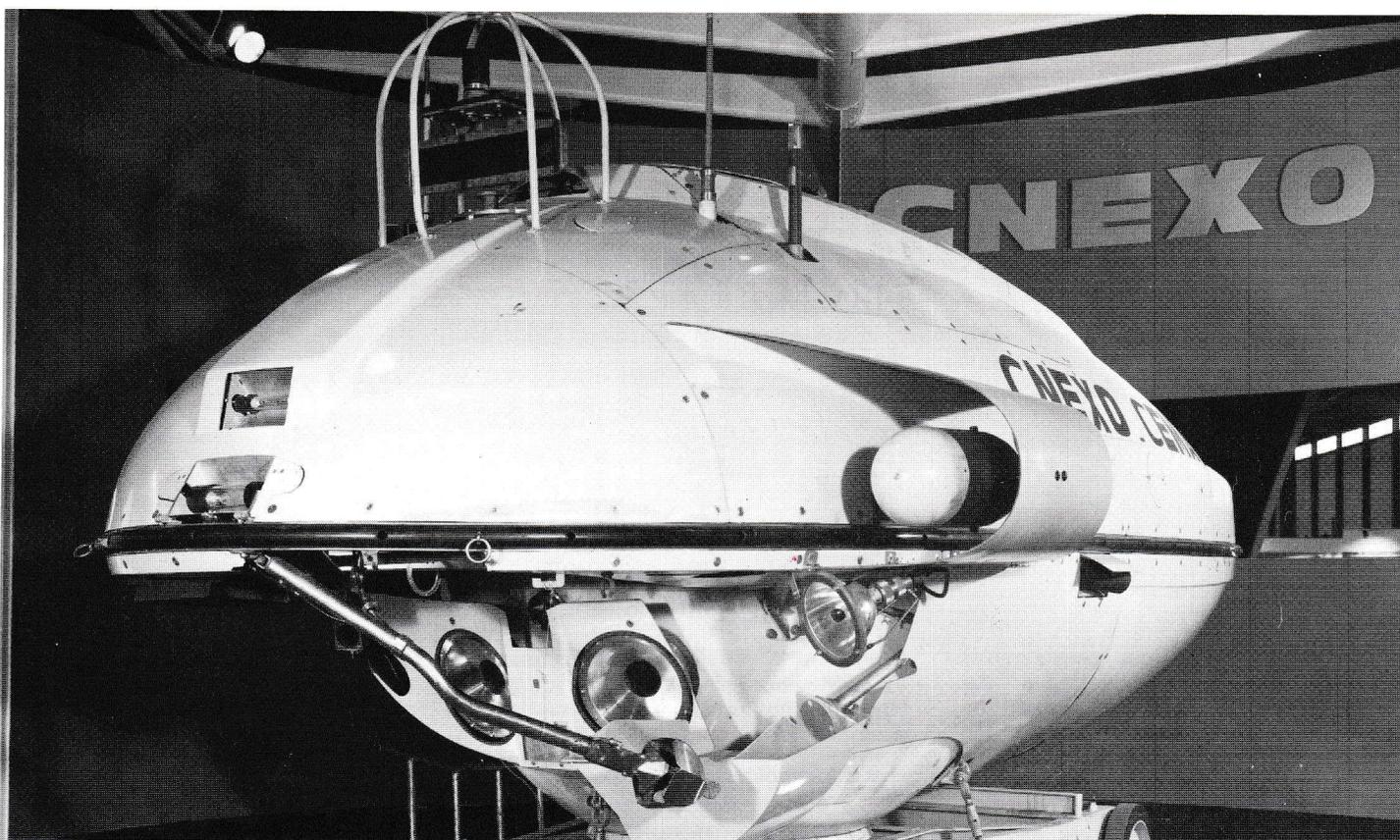
## Pour aller plus loin, des techniques de plus en plus élaborées

Les limites très vite atteintes de la plongée humaine ont incité à développer les possibilités offertes par les « engins » sous-marins, qu'ils soient habités ou télécommandés.

### ● Les sous-marins habités

L'engin sous-marin habité est appelé, selon les cas, sous-marin scientifique ou sous-marin de travail. Cette première

*Plongée industrielle par 250 mètres de fond, prélude à l'exploration industrielle du plateau continental.*



Prévue pour atteindre des fonds de 3 000 mètres, la soucoupe plongeante SP 3 000 du C.N.E.X.O. (France) permet d'effectuer des interventions sur des matériels d'exploitation pétrolière.

génération d'engins se caractérise à la fois par son hétérogénéité et par le classicisme des techniques utilisées pour la construction des coques et des structures.

La France est l'inventeur du premier engin capable d'évoluer jusqu'aux plus grandes profondeurs sous-marines : l'*Archimède*, de la Marine Nationale, et elle dispose, avec le *Télénaute*, de l'Institut Français du Pétrole, d'un engin télécommandé permettant de faire des observations et des télémanipulations par l'intermédiaire d'un circuit de télévision.

L'outil de manipulation dont est doté le *Télénaute* est une pince articulée actionnée par des vérins hydrauliques à laquelle s'adaptent des pinces, des cisailles, des caméras...

On peut penser que dans un proche avenir, des sous-marins habités pourront mettre en œuvre sur les chantiers des engins robots spécialisés qui multiplieront leurs possibilités d'intervention sous la mer.

#### ● Les navires de recherches

Enfin, à tous ces instruments modernes, viennent se joindre les navires de recherches océanographiques, chaque jour plus perfectionnés.

Aux Etats-Unis, la nouvelle « National Oceanic and Atmospheric Agency » (N.O.A.A.) devrait disposer d'une flotte de 320 navires.

En France, les actions lancées dans le cadre du Programme National « Océan » font appel à la collaboration de l'Université, du Centre National de la Recherche Scientifique, des établissements spécialisés publics ou privés, et de l'industrie. Ce programme implique que soit effectuée une coordination d'acti-

vités de support dont l'efficacité est la condition de la réussite des opérations entreprises. A cette fin, le C.N.E.X.O. regroupe et développe les moyens à la mer français. Il a reçu en héritage, de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique, un certain nombre de navires et d'engins, dont le grand navire océanographique *Jean Charcot*.

Le C.N.E.X.O. en assure la gestion et règle leurs programmes d'utilisation. La recherche de la plus grande efficacité possible dans l'utilisation des moyens à la mer conduit à une définition commune des programmes des navires qui appartiennent à l'heure actuelle à certains organismes publics ou qui, appartenant au C.N.E.X.O., sont actuellement confiés pour emploi à d'autres organismes : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (I.S.T.P.M.) pour la *Pelagia* et le *Cryos*, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (O.R.S.T.O.M.) pour le *Coriolis* et le *Capricorne*.

L'O.F.R.S., (Office Français de Recherches Sous-marines), aujourd'hui devenu le C.E.M.A. (Centre d'Etudes Marines Avancées), est animé par le commandant Cousteau, rendu célèbre par ses films et ses maisons sous la mer en Mer Rouge et en Méditerranée, au Cap Ferrat en 1965.

Après avoir réalisé, en 1966, le premier *Deepstar* sous contrat de la Société Westinghouse, l'O.F.R.S. a réalisé les *Précontinents* qui ont permis à six hommes de séjourner pendant près d'un mois, le dernier par 110 m de fond, remportant ainsi le record mondial de durée.

La soucoupe plongeante SP 3000, prévue pour atteindre 3 000 m, est la propriété du C.N.E.X.O.

L'*Argyronète*, qui fait suite aux *Précontinents*, est un véritable sous-marin de 100 tonnes qui permettra de faire séjourner dix hommes pendant une semaine par 600 m de fond (six hommes dans un compartiment sec et quatre plongeurs dans un compartiment « humide » à sas de sortie) et qui pourra se passer de l'habituel navire de surface.

L'*Argyronète*, construite en commun par le C.N.E.X.O. et l'I.F.P., permettra, en outre, de transporter les plongeurs sur le lieu de travail et d'effectuer des interventions sur des matériels immergés de forage et d'exploitation pétrolière.

L'utilisation de sous-marins pour la recherche et la prospection en milieu océanique a contribué à la mise au point de matériaux nouveaux (aciers spéciaux, alliages légers) qui permettront progressivement d'améliorer les performances de plongée. L'augmentation de l'autonomie à partir du navire de soutien reste indispensable dans la plupart des cas.

La Marine américaine met en œuvre actuellement un sous-marin océanographique à propulsion nucléaire, le *NR 1*, long de 43 mètres, déplaçant en plongée 400 tonnes.

#### ● Les robots sous-marins

Les robots sous-marins peuvent effectuer les interventions les plus diverses. Ils comprennent, comme un sous-marin habité, des systèmes de propulsion, d'observation et de télémanipulation, mais un câble multiconducteur les relie aux postes de commande de surface.

En France, l'Institut Français du Pétrole a réalisé le *Télénaute*, destiné à l'observation et à l'intervention légère non spécialisée.

# L'importance de l'enjeu exige la coopération internationale

En raison des enjeux considérables qu'elle représente, l'exploitation des océans provoque une vive compétition entre les nations, mais cette compétition n'exclut pas une coopération qui est d'ailleurs rendue inévitable par la nécessité de mettre en commun un important capital de connaissances.

En effet, la coopération internationale est une nécessité, d'une part en raison de l'aspect global des recherches en mer, et d'autre part parce que la recherche ignore les frontières.

Outre les programmes entrepris dans le cadre des Nations Unies, par la F.A.O. notamment, de nombreuses nations développent des coopérations bilatérales sur des thèmes précis.

L'exemple de la France est, à cet égard, significatif. Ses deux plus importants programmes de coopération sont bilatéraux, franco-soviétique d'une part, et franco-américain d'autre part.

## ● La coopération franco-soviétique :

Des expériences en commun ont été entreprises en océanographie physique

(études sur la variabilité des phénomènes de la Méditerranée) et en géologie géophysique (étude comparée des méthodes sismiques soviétiques et françaises).

## ● La coopération franco-américaine :

Elle a été établie entre le C.N.E.X.O. et le Marine Sciences Council auprès du Président des Etats-Unis et porte sur cinq sujets : la plongée profonde, la technologie des bouées, la pollution océanique, les concentrés de protéines de poisson et la formation du personnel scientifique.

On peut considérer que, dans les prochaines années, de telles expériences bilatérales se multiplieront et connaîtront une extension considérable.

Alors qu'actuellement les programmes internationaux ne sont que la simple juxtaposition des programmes nationaux, il est permis de penser que, d'ici à la fin de ce siècle, un programme mondial d'études des océans sera conçu et appliqué par le mécanisme international de coopération, permettant d'apporter des solutions, non seulement aux recherches

scientifiques et techniques, mais également aux questions juridiques de l'appropriation des fonds marins.

Le temps d'une exploration individuelle et anarchique des océans est donc largement dépassé. Le pari du XXI<sup>e</sup> siècle est relevé et les grands pays industriels souhaitent réussir. L'année 1970 a marqué le début d'une « aventure historique sans précédent », dans laquelle l'affrontement prévisible des intérêts économiques n'exclut pas, a priori, la coopération internationale.

L'exploitation des ressources de notre espace intérieur planétaire, resté encore en friche, est amorcée. Selon le mouvement de cette dialectique désormais en marche, les pays groupés ou non qui ne comprendraient pas, dès maintenant, ce qui est commencé et ce qui est en cause, sur la surface des océans, dans leur masse, sur et sous leurs fonds, et qui ne voudraient pas en tirer les conséquences, risquent de devenir des pays en voie de sous-développement, hors de la société industrielle du XXI<sup>e</sup> siècle.

Y. L. P.

*Le navire américain « Glomar-Challenger » a découvert de nouveaux indices pétroliers à plus de 4 000 mètres dans l'océan Atlantique.*

