

VERS le milieu de novembre, deux savants plongèrent à 5 670 m sous le Pacifique, près de Guam, pour explorer un monde de perpétuelle obscurité jamais encore vu, dans lequel d'étranges créatures vivent dans une « atmosphère » qui les écrase avec une pression de 300 kg au centimètre carré.

Leur descente dans les océans atteignit des profondeurs que l'homme n'avait encore jamais atteintes... et, au moment où ces lignes paraissent, ils ont établi un nouveau record mondial avec une profondeur double de celle qu'ils ont atteinte en novembre.

Ces savants sont le docteur Andreas B. Rechnitzer, océanographe des Laboratoires Electroniques de la Marine des Etats-Unis, et Jacques Piccard, qui aida son célèbre père, Auguste, à mettre au point l'engin dans lequel le record fut établi.

Le vaisseau qui emporta les explorateurs sous les eaux est un étrange appareil ressemblant à une « saucisse », le bathyscaphe *Trieste*. Et, en dépit de sa performance record du monde, le *Trieste* ne fait que commencer ses travaux, car de nombreux autres voyages dans « l'espace intérieur » sont en préparation dans le but d'en apprendre plus long aux océanographes sur les profondeurs de la mer. Les savants essaieront aussi de nouveaux matériels et prépareront le terrain pour des engins submersibles encore plus spécialisés ou plus avancés.

Le bathyscaphe est l'un des deux uniques engins de son espèce existant dans le monde, tous les deux construits par le fameux physicien suisse Auguste Piccard, et il fut livré aux Laboratoires Electroniques de la Marine des Etats-Unis en 1958. Il effectua un certain nombre de plongées préliminaires et fut partiellement reconstruit en novembre dernier pour la plongée à 5 670 m.

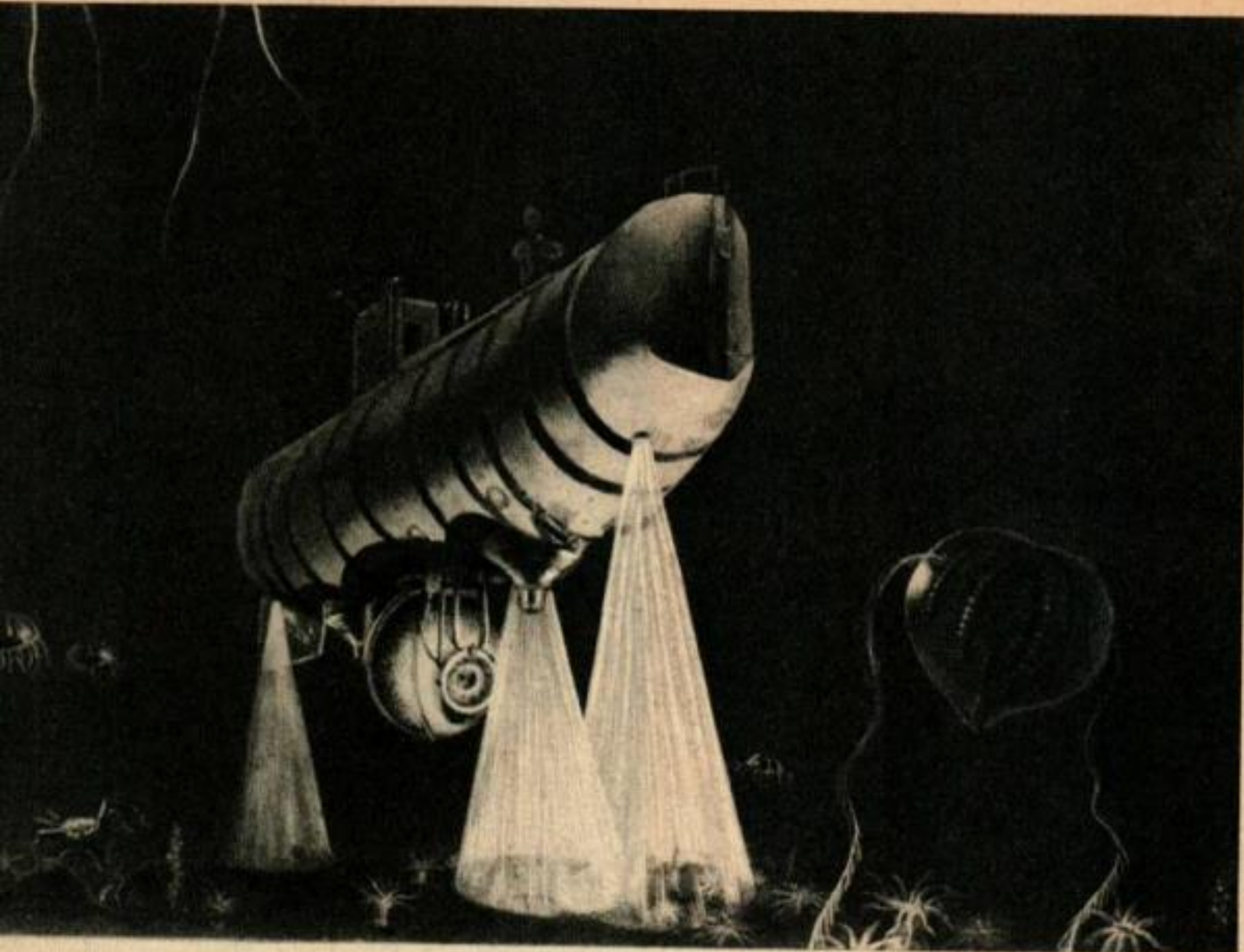
Parmi les intérêts qu'il peut y avoir à croiser dans des régions où les pressions se mesurent à la tonne plutôt qu'au kilo, figure une importante contribution à la connaissance des couches de dispersion et des couches thermoclines qui sont fréquemment utilisées par les sous-marins pour éviter la détection par les navires de surface. Les savants pourront également voir dans leur habitat les fantastiques créatures des profondeurs jusqu'ici inaccessibles, et examiner visuellement la géologie du fond de l'océan.

Cet engin qui peut emmener une cargaison humaine à des kilomètres au-dessous de la surface de l'océan est, en réalité, une version sous-marine d'une autre des inventions du professeur Piccard... le premier ballon stratosphérique. Le bathyscaphe opère libre de toute connexion avec la surface, tout comme le fait le ballon. Un flotteur rempli d'essence assure la flottaison et un lest largable permet de contrôler l'ascension et la descente. Les savants voyagent au-dessous du flotteur dans une nacelle, une boule d'acier de 14 tonnes qui les protège de l'écrasante pression de l'eau qui les entoure. Cette nacelle est construite pour supporter les plus grandes

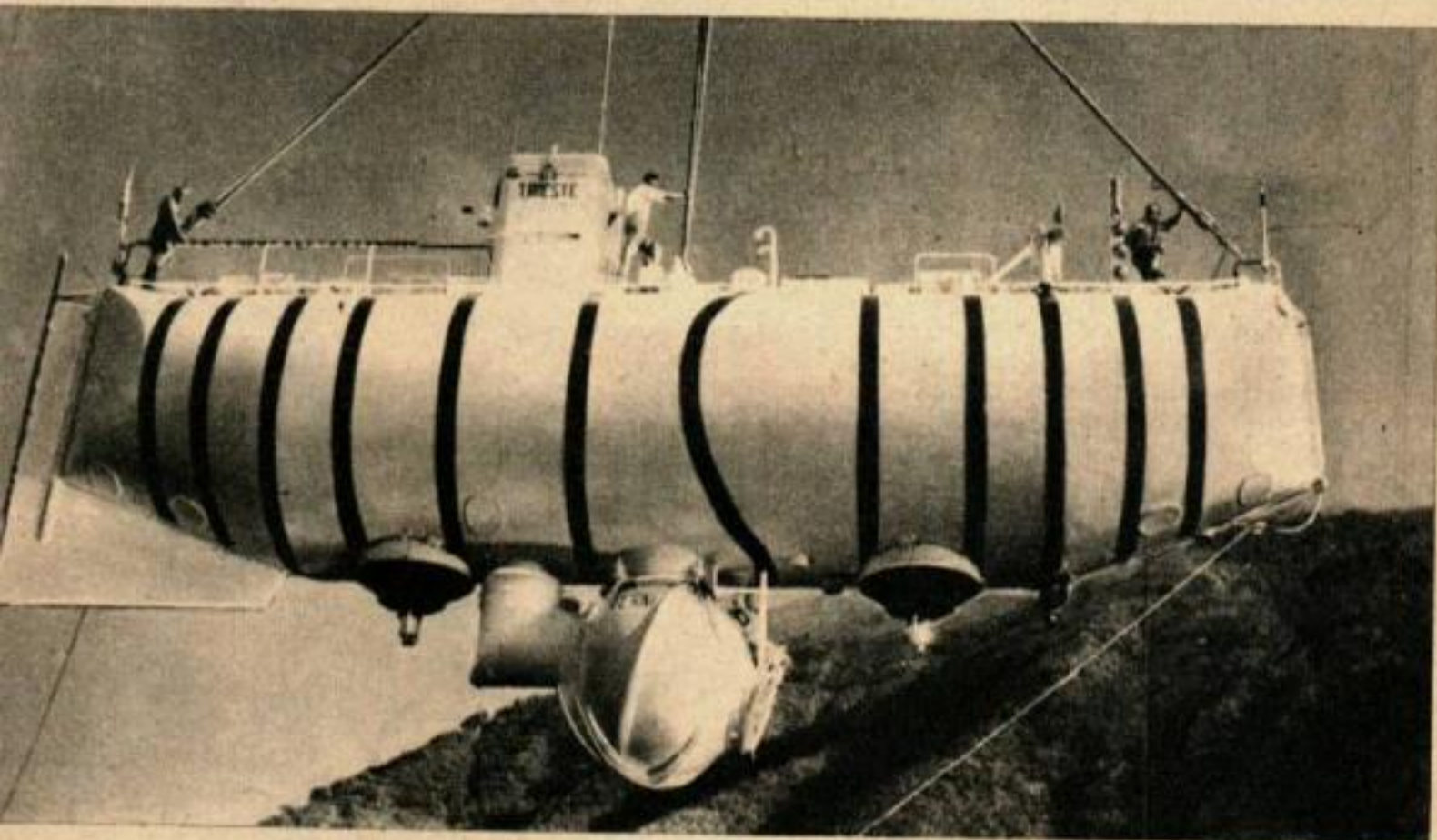
L'EXPLORATION DES PLUS GRANDES PROFONDEURS DE L'OcéAN

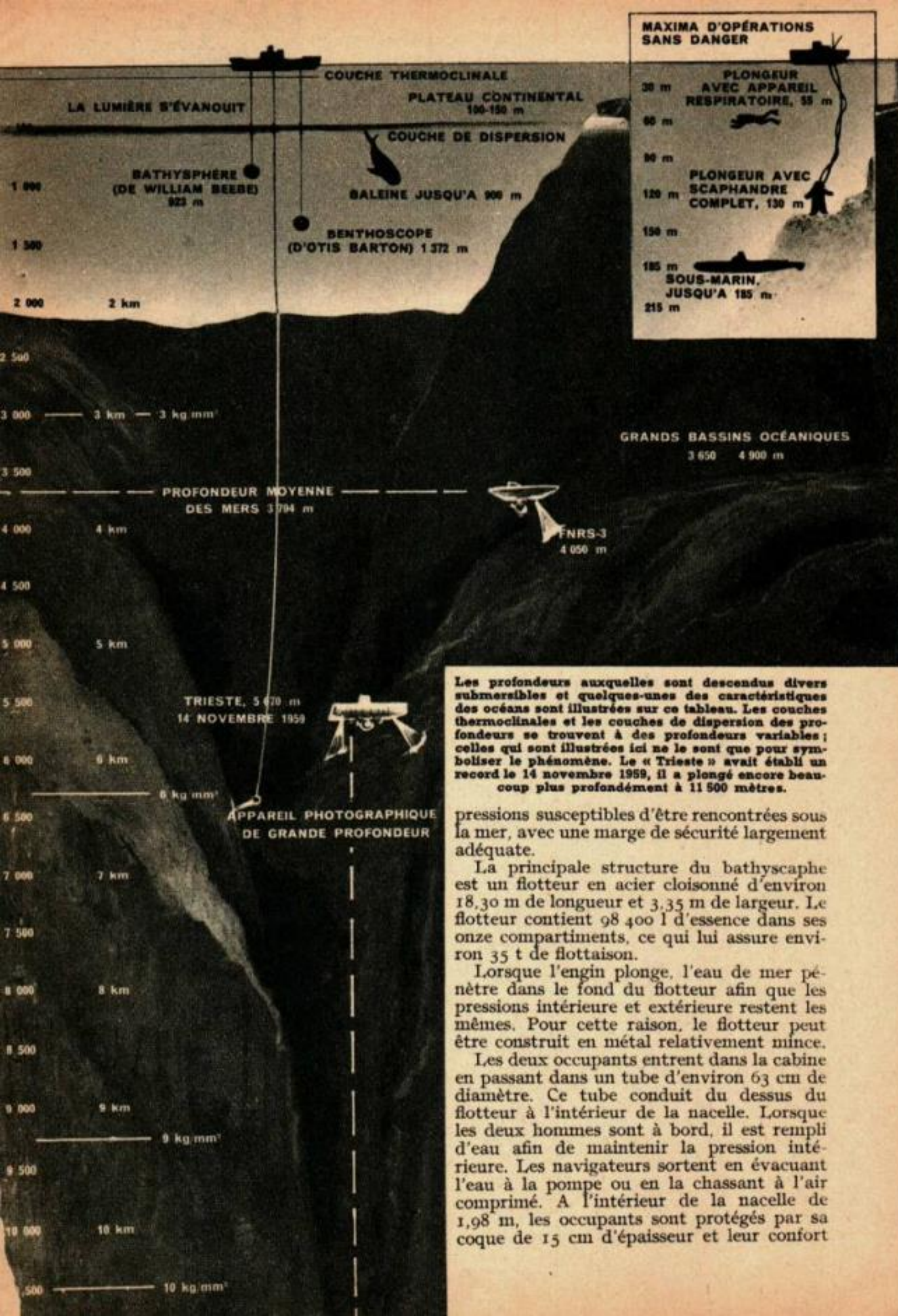
L'une des deux « fenêtres » de la nacelle — chacune de celles-ci est un cône tronqué donnant une visibilité de 90° à partir de l'intérieur — est visible ci-dessous. La trémie est celle de l'un des deux réservoirs à commande magnétique qui contiennent le lest en grenaille de fer.





Sondant la noirceur d'encre à des milliers de mètres au-dessous de la surface avec ses puissants projecteurs, le bathyscaphe peut explorer horizontalement 1 mille environ d'océan. Ses deux passagers voyagent dans la nacelle suspendue au-dessous de la coque, pénétrant dans celle-ci au moyen d'un tube qui descend depuis le dessus de la structure supérieure, laquelle a été dénommée le « Trieste ». Lorsqu'elle a été retirée de l'eau, la coque du « Trieste » montre clairement les bandes peintes qui délimitent les onze compartiments de flottaison intérieurs remplis d'essence.





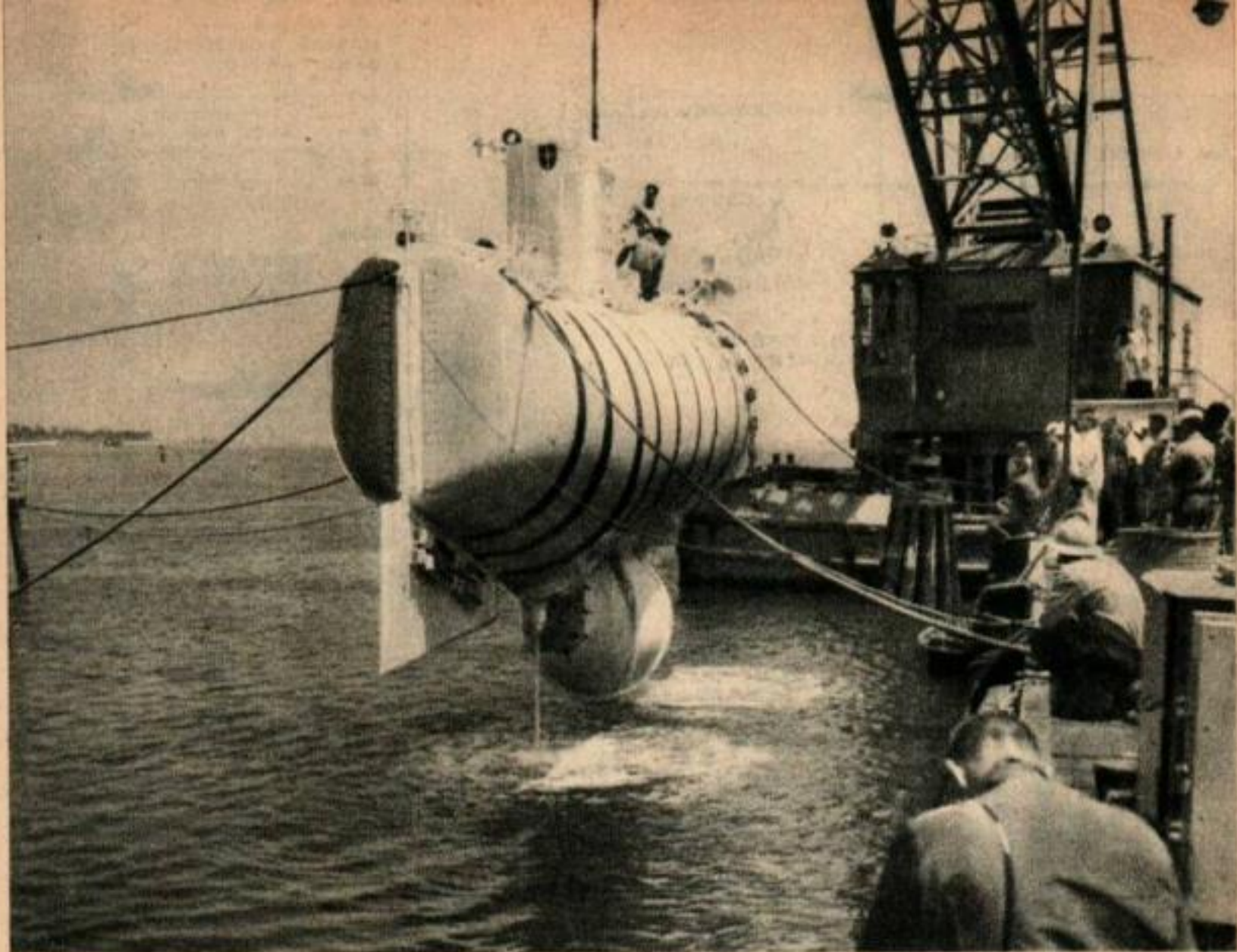
Les profondeurs auxquelles sont descendus divers sous-marins et quelques-unes des caractéristiques des océans sont illustrées sur ce tableau. Les couches thermoclines et les couches de dispersion des profondeurs se trouvent à des profondeurs variables ; celles qui sont illustrées ici ne le sont que pour symboliser le phénomène. Le « Trieste » avait établi un record le 14 novembre 1959, il a plongé encore beaucoup plus profondément à 11 500 mètres.

pressions susceptibles d'être rencontrées sous la mer, avec une marge de sécurité largement adéquate.

La principale structure du bathyscaphe est un flotteur en acier cloisonné d'environ 18,30 m de longueur et 3,35 m de largeur. Le flotteur contient 98 400 l d'essence dans ses onze compartiments, ce qui lui assure environ 35 t de flottaison.

Lorsque l'engin plonge, l'eau de mer pénètre dans le fond du flotteur afin que les pressions intérieure et extérieure restent les mêmes. Pour cette raison, le flotteur peut être construit en métal relativement mince.

Les deux occupants entrent dans la cabine en passant dans un tube d'environ 63 cm de diamètre. Ce tube conduit du dessus du flotteur à l'intérieur de la nacelle. Lorsque les deux hommes sont à bord, il est rempli d'eau afin de maintenir la pression intérieure. Les navigateurs sortent en évacuant l'eau à la pompe ou en la chassant à l'air comprimé. A l'intérieur de la nacelle de 1,98 m, les occupants sont protégés par sa coque de 15 cm d'épaisseur et leur confort



est assuré par un système de climatisation qui leur fournit de l'air respirable pendant quarante-huit heures.

Les hublots de la cabine offrent une vue directe du fond de l'océan, sous l'éclairage de projecteurs à vapeur de mercure.

Le bathyscaphe, qui flotte tout juste, lorsqu'il est chargé d'essence et de lest, effectue sa plongée par une action prudente des opérateurs sur les commandes d'eau et de lest.

L'eau de mer remplit deux réservoirs de water-ballast et, lorsque l'engin s'enfonce dans la mer, elle pénètre automatiquement dans la coque par une ouverture se trouvant sur le dessous de celle-ci, comprimant l'essence moins dense et égalisant les pressions intérieure et extérieure. La vitesse de descente du bathyscaphe — 18 m à la minute — est réglée par le largage d'une partie des 13 t de grenaille de fer qui sont transportées dans des réservoirs avant et arrière. Des variations se produisent en effet dans la vitesse de descente, parce que l'essence, qui est de 30 % plus légère que l'eau, perd un peu de sa flottaison parce qu'elle est comprimée par la pression d'eau croissante et refroidie par l'abaissement de la température.

Au fond de l'océan, le vaisseau est tenu en position par le reste du lest ; l'équilibrage est

(Suite page 97)

Des anodes rectangulaires en magnésium fixées sur le gouvernail assurent la protection cathodique du bathyscaphe contre la corrosion. Le « Trieste » est remorqué en mer pour ses plongées de profondeur.

Cette rare photo d'Auguste Piccard, constructeur du « Trieste » et ennemi de la publicité, le montre ici avec son fils Jacques, qui effectue les plongées avec le docteur A. B. Rechnitzer.



L'exploration des plus grandes profondeurs de l'océan

(Suite de la page 28)

si raffiné qu'un mince fil métallique suspendu au-dessous de l'engin suffit à amortir les quelques derniers mètres de descente lorsque le poids du fil vient reposer sur le fond de la mer.

Se déplaçant sous la force de ses propres moteurs alimentés par batteries, le *Trieste* a une autonomie horizontale d'environ 1 600 m.

La conception de l'équipement destiné à opérer sous les grandes pressions sous-marines est pour les océanographes une tâche longue et difficile. Mais, en dépit des difficultés, le *Trieste* emporte tout un matériel spécialement conçu, tel qu'un compteur de vitesse sonique électronique qui mesure les diverses vitesses du son à travers l'eau ; des dispositifs de sondage de la profondeur tels que le vibrotron avec son fil de résonance en tungstène enregistreur des pressions révélatrices, et un collecteur de plankton à solénoïde actionné par télécommande (conçu et construit par le docteur Rechnitzer) réglé pour prélever des échantillons des minuscules végétaux et animaux qui flottent dans les eaux comme un nuage vivant.

A certains intervalles d'une descente type, l'un des savants déclenche un solénoïde qui ouvre l'une des douze bouteilles de Nansen montées sur l'engin pour l'échantillonnage de l'eau. Simultanément, un thermomètre enregistre la température de l'échantillon d'eau de mer. Au-dessus d'un hublot, un flash électronique clignote, apportant la lumière du jour dans une zone conique des profondeurs tandis qu'un appareil photographique prend des vues de ce qui se trouve dans l'eau. Périodiquement, le compteur de vitesse détermine la vitesse du son à travers l'eau... une vitesse qui varie avec la température, la densité et la profondeur. Un autre bouton met en action un dispositif de prélèvement qui recueille des échantillons de la vie animale et végétale. Un autre instrument automatique installé à l'extérieur de la sphère du bathyscaphe minute les courants marins, enregistrant leur vitesse et leur direction. Un autre appareil mesure la pression de l'eau.

Le véhicule des profondeurs, entièrement automatisé par l'électronique, recueille et compile des données qui révéleront un graphique d'informations sur les courants, les pressions, les températures et la vie des mers plus complet que jamais auparavant.

Le relevé cartographique des couches de dispersions profondes

L'un des plus importants phénomènes dont le *Trieste* établira la carte est la grande « couverture » de vie animale — désignée comme la couche de dispersion de profondeur — qui s'étend sur tous les océans du monde.

D'autres bizarreries des océans sont les grandes masses d'eau de températures variables appelées les couches thermoclinales, lesquelles sont comme empilées les unes au-dessus des autres.

« L'analyse des sondages soniques et des profils verticaux de ces phénomènes a révélé de curieux écoulements de courants et d'étranges distributions de l'étendue de la vie animale, dit le mince docteur Rechnitzer, âgé de trente-quatre ans, chargé de la direction du « Projet Bathyscaphe » de la Marine américaine.

« Toutes ces choses ont été là aussi longtemps que les océans eux-mêmes, continue-t-il. Maintenant, pour la première fois — et grâce à l'assistance du bathyscaphe — nous avons l'intention d'étendre nos connaissances à leur sujet et à celui des autres caractéristiques des mers profondes. La profondeur de l'océan a toujours fasciné l'homme, et les discussions au sujet de ce qu'elle renferme ont engendré de nombreux contes qui n'ont pu être réfutés par suite du manque d'observations précises. Pendant des années, la distribution animale des mers profondes a troublé le sonar et trompé les indicateurs de profondeur, donnant des enregistrements de « doubles-fonds » peu profonds en des endroits où l'océan était connu pour être des centaines, et parfois des milliers, de mètres plus profond. »

L'an dernier encore, le vice-amiral John S. Thach, qui commanda la Flotille de chasse aux sous-marins *Alfa* de l'Atlantique, lança un frénétique S.O.S. à l'intention de l'industrie électronique américaine.

« Vos boîtes noires ne sont pas suffisantes, se plaignit l'amiral Thach, faisant allusion aux appareils électroniques de repérage des sous-marins.

« Le sonar, ajouta-t-il, est souvent brouillé par des « inconsistences de grande profondeur »... les couches thermoclinales. Les ondes soniques de recherche des sous-marins faisant ricochet sur des couches d'eau de températures variables mesurant plusieurs brasses de profondeur sont réfléchies et distordues. Des changements de température anormaux peuvent réduire la portée du sonar de 40 bons kilomètres à une poignée de mètres. Et les sous-marins qui réussissent à se dissimuler astucieusement derrière une couche thermoclinale protectrice restent non détectés et à l'abri du danger.

Une complication au problème de la future détection des engins de grande profondeur est créée par les animaux qui arrivent parfois à former une nébuleuse couche de dispersion de plus de 60 m d'épaisseur. La profondeur de cette couche n'est pas fixe. Elle s'élève comme un ascenseur vivant, de ses profondeurs diurnes de 300 à 450 m peut-être jusqu'à quelques mètres seulement au-dessous de la surface à la tombée de la nuit. Des myriades de bruits émanant des profondeurs de la mer contribuent, de plus, à brouiller le sonar et à harasser ses opérateurs... le « cornement » des baleines, le claquement des crevettes et les cris sifflants des marsouins.

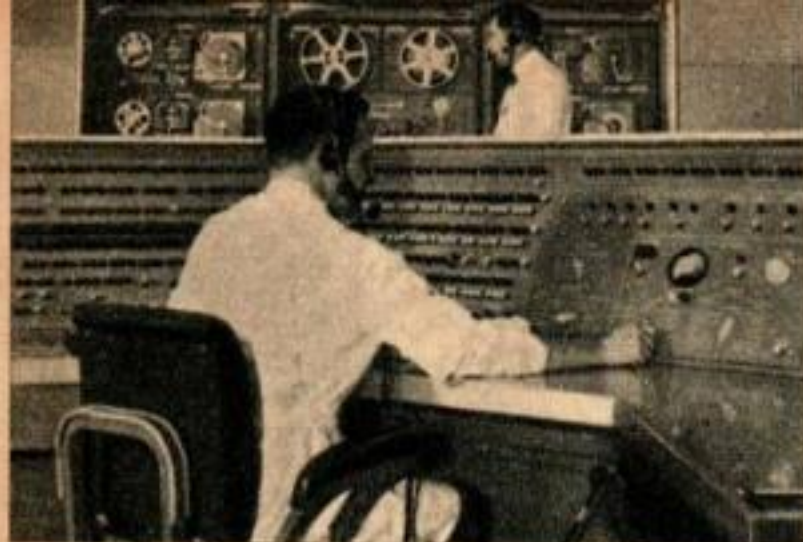
Mais le docteur Rechnitzer, le chef des services scientifiques du projet, lequel est lieutenant-commandore de réserve de la Marine des U.S.A. et biologiste maritime (son doctorat lui fut décerné par la fameuse Institution d'Océanographie Scripps), classe comme « au-delà des limites de la sécurité militaire » toutes les spéculations sur l'application des découvertes du *Trieste* aux opérations des sous-marins nucléaires modernes.

Une assemblée de savants de grande classe

Le lieutenant Don Walsh, commandant du bathyscaphe, déclare : « Nous avons rassemblé quelques-uns des experts océanographiques les plus distingués du monde... y compris Auguste Piccard et son fils, Jacques. »

La mission de plongée profonde du bathyscaphe est surveillée de très près par les océanographes, car ce n'est que depuis le bathyscaphe, qui laisse littéralement tomber les explorateurs dans les profondeurs, qu'il a été possible d'entreprendre une étude réellement détaillée des eaux moyennes et du sol de l'océan.

« Certainement, reconnaît le docteur Rechnitzer, vous pouvez immerger des filets à plankton à partir de la surface, et draguer



Techniques modernes....

... carrières d'avenir

BOUM

La Science Atomique et l'Électronique sont maintenant entrées dans le domaine pratique, mais nécessitent, pour leur utilisation, de nombreux Ingénieurs et Techniciens.

L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL, répondant aux besoins de l'Industrie, a créé des cours par correspondance spécialisés en Électronique Industrielle et en Énergie Atomique. L'adoption de ces cours par les grandes entreprises nationales et les industries privées en a confirmé la valeur et l'efficacité.

ÉLECTRONIQUE

Ingénieur. — Cours supérieur très approfondi, accessible avec le niveau baccalauréat mathématiques, comportant les compléments indispensables jusqu'aux mathématiques supérieures. Deux ans et demi à trois ans d'études sont nécessaires. Ce cours a été, entre autres, choisi par l'E.D.F. pour la spécialisation en électronique de ses ingénieurs des centrales thermiques.

Programme n° IEN 2.

Agent technique. — Nécessitant une formation mathématique nettement moins élevée que le cours précédent (brevet élémentaire ou même C.A.P. d'électricien). Cet enseignement permet néanmoins d'obtenir en une année d'études environ, une excellente qualification professionnelle. En outre, il constitue une très bonne préparation au cours d'ingénieur.

De nombreuses firmes industrielles, parmi lesquelles les Aciéries d'Imphy (Nièvre); la S.N.E.C.M.A. (Société nationale d'études et de construction de matériel aéronautique), les Ciments Lafarge, etc. ont confié à l'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL le soin de dispenser ce cours d'agent technique à leur personnel électricien. De même, les jeunes gens qui suivent cet enseignement pourront entrer dans les écoles spécialisées de l'armée de l'Air ou de la Marine, lors de l'accomplissement de leur service militaire.

Programme n° ELN 2.

Cours élémentaire. — L'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL vient également de créer un cours élémentaire d'électronique qui permet de former des électroniciens « valables » qui ne possèdent, au départ, que le certificat d'études primaires. Faisant plus appel au bon sens qu'aux mathématiques, il permet néanmoins à l'élève d'acquérir les principes techniques fondamentaux et d'aborder effectivement en professionnel l'admirable carrière qu'il a choisie.

C'est ainsi que la Société internationale des machines électroniques BURROUGHS a choisi ce cours pour la formation de base du personnel de toutes ses succursales des pays de langue française.

Programme n° EB 2.

Pour la Belgique : I.T.P., Centre administratif, 87, rue de l'École, ERPENT-NAMUR

ÉNERGIE ATOMIQUE

Ingénieur. — Notre pays, par ailleurs riche en uranium, n'a rien à craindre de l'avenir s'il sait donner à sa jeunesse la conscience de cette voie nouvelle.

A l'heure où la centrale atomique d'Avoine (Indre-et-Loire) est en cours de réalisation, on comprend davantage les débouchés offerts par cette science nouvelle qui a besoin dès maintenant de très nombreux ingénieurs.

Ce cours de formation d'ingénieur en énergie atomique, traitant sur le plan technique tous les phénomènes se rapportant à cette science et à toutes les formes de son utilisation, répond à ce besoin.

De nombreux officiers de la Marine Nationale suivent cet enseignement qui a également été adopté par l'E.D.F. pour ses ingénieurs du département « production thermique nucléaire », la Mission géologique française, en Grèce, les Ateliers Partiot, etc.

Programme n° EA 2.

AUTRES COURS

Vous trouverez page 113 de cette revue un programme succinct de tous les autres cours qui ont fait le renom de l'INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL dans tous les milieux industriels.

Demandez sans engagement le programme qui vous intéresse en précisant le numéro et en joignant 2 timbres pour frais.

INSTITUT TECHNIQUE PROFESSIONNEL

ECOLE DES CADRES DE L'INDUSTRIE

Batiment C

69, RUE DE CHABROL - PARIS (X^e)

PRO 81-14 et 71-05

ainsi un assez bon échantillonnage des organismes vivants minuscules des couches de dispersion. Vous pouvez repérer la couche de dispersion profonde par sondages à échos soniques et obtenir une idée générale de la topographie du fond de l'océan.

» Vous pouvez — et les explorateurs le font, naturellement — collecter des échantillons d'eau de mer provenant des grandes profondeurs. Mais, pour coordonner tout ceci avec des observations visuelles, des photographies et des prises de mesures précises, il vous faut plus que des bateaux de surface. Il vous faut une « plate-forme » de recherche en eau profonde telle que le bathyscaphe. »

Parmi les questions qui attendent encore une réponse, on peut citer la suivante : dans quelle mesure la couche de dispersion profonde est-elle continue ? Les recherches de surface démontrent que le phénomène existe dans tous les océans du monde, y compris l'Arctique et l'Antarctique maintenant si importants au point de vue stratégique. Divers sondages ont révélé la présence de plus d'une couche, à des profondeurs et en des lieux différents.

De plus, lorsque les eaux de l'océan s'échauffent, la vie marine, que la plupart des experts croient composer les couches, semble se multiplier. La composition vivante d'une couche peut être la raison des variations de profondeur de celle-ci dans les eaux claires, jusqu'à 640 m de profondeur au large des Bermudes, et dans les eaux troubles, comme au large de la côte californienne où la couche de dispersion a été repérée à des profondeurs moins importantes, entre 275 et 455 m. Étant donné que la lumière pénètre beaucoup plus profondément dans les eaux tropicales claires, il se peut qu'elle favorise la multiplication des créatures vivantes à ces plus grandes profondeurs.

Les variations de profondeur de la couche de dispersion

A certains points de vue, le comportement de la couche de dispersion est encore plus difficile à expliquer. Dès 1945, les océanographes américains repérèrent la couche de dispersion à 275 m de profondeur au large de la Californie. Pendant le jour, elle demeurait à cette profondeur, mais, soudainement, dès que l'obscurité tombait, la couche commençait à monter mystérieusement à raison de quelque 1,84 m à 5,50 m à la minute. En moins de trois heures, elle atteignait la surface.

L'épaisseur de la couche n'est elle-même pas consistante. Son épaisseur a été évaluée à 90 m à certains moments. Et, à certains autres moments et en certains autres lieux, elle n'atteignait que le tiers de cette épaisseur.

Une indication de la dimension et de la nature des organismes marins qui composent la couche de dispersion profonde a été obtenue par les dragages au filet. Ces dragages ont ramené des profondeurs, des mollusques, des crevettes, des vers marins et des crustacés tels que les copépodes. Se basant sur une théorie d'après laquelle les créatures

de la couche de dispersion devaient être approximativement égales en dimension aux longueurs d'ondes qu'elles affectent, un savant de l'Institut Océanographique de Woods Hole déclara que peu de ces bestioles dépasseraient 30 cm de longueur, s'il en était même qui les dépassaient.

Un autre phénomène marin très intéressant qui pourrait être exploré par le *Trieste* est celui des chenaux soniques de grande profondeur — des sortes de « tunnels » aquatiques à travers lesquels le son voyage sur des distances fantastiques à une vitesse cinq fois supérieure à celle à laquelle il voyage à travers les airs.

Ecrivant dans un journal scientifique, le docteur Rechnitzer a défini ces chenaux soniques comme « des couches aqueuses isolées par des conditions spéciales de température, de salinité et de pression, lesquelles captent le son et le transmettent à des distances considérables atteignant parfois jusqu'à des milliers de milles ».

Certains chenaux de transmission sonique sont transitoires. D'autres semblent être enracinés — et fixés — en permanence dans les profondeurs.

Une simple explosion de quatre livres de dynamite pourrait être entendue de Pearl Harbor à San Diego si on la faisait détonner à une profondeur d'environ 275 m, c'est-à-dire la région du « tunnel » du Pacifique ayant la plus grande efficacité de transmission sonique. Dans l'Atlantique, la meilleure zone de transmission gît à une profondeur environ deux fois plus grande — aux environs de 550 m.

Il est encore un autre problème des profondeurs qui peut être exploré par le *Trieste* : la variation de la vitesse du son à travers des eaux de températures, densités et pressions différentes.

« La température, explique Kenneth V. Mackenzie, qui dirige la Section de Propagation Sonique du Laboratoire Electronique de la Marine des U.S.A., est le facteur qui provoque probablement la plus vaste gamme d'erreur dans les appareillages électroniques. Cette erreur arrive parfois à dépasser 0,5 % ».

Telles sont quelques-unes des nombreuses et étranges caractéristiques de la mer qui seront explorées et analysées lorsque le *Trieste* errera dans les noires profondeurs de « l'espace intérieur », avec ses nombreux instruments et dispositifs enregistreurs chargés de recueillir les secrets de l'océan.

Mais les savants ne procéderont pas seulement à des enregistrements et à des échantillonnages d'étranges phénomènes sous-marins. Ils se livreront aussi à des observations de première main de créatures marines qui n'ont jamais encore été observées dans leur environnement naturel.