

Sinds onheuglijke tijden is de mens in het zeemilieu doorgedrongen. Aanvankelijk lag het slechts in zijn bedoeling al duikend zijn eigen voedselvoorraad wat aan te vullen of een handvol schelpen op te diepen waarin parels verborgen zaten om zijn gezellin te tooien. De moderne vakantie-ganger, die zich enigszins bekwaamd heeft in de onderwater-visvangst, zet slechts een traditie voort van verscheidene duizenden jaren en de gelukkige bezitter van een eigen duikerspak (waarmee het verboden is onder water te jagen) vervuimt slechts op geringe wijze zijn aktiestraal in vergelijking met die van de duiker zonder uitrusting wanneer men zijn exploten op oceaandiepte-schaal overbrengt. Wat betekenen 40 meter, of zelfs 60 of 80 meter voor een geoefend duiker, in vergelijking met de waterlaag van een 11.000-tal meters die het oppervlak van de bodem scheidt in de diepste troggen van de Stille Oceaan?!

Het doorgronden van diepe oceaantwateren is van zeer recente datum, nog recenter dan de verovering van de lucht. Net als deze werd dit slechts mogelijk gemaakt dank zij de technische vorderingen en eigenaardig genoeg hield de promotor er aan zich eerst verdienstelijk te maken in de verovering van het luchtruim.

Indien men mag zeggen dat de studie van de diepzeeën slechts begonnen is met de gedenkwaardige reis rond de wereld van de Engelse korvet "Challenger" (1873-1876), dan geschiedde deze studie tot in het laatste decennium inderdaad uitsluitend vanop het oppervlak. Meet- en registreertoestellen werden bestuurd vanop schepen aan de oppervlakte, aan het uiteinde van kilometers touwwerk, ten koste van eindeloze manoeuvres en letterlijk in het blinde weg, vermits men wel op benaderende wijze de ligging van het

De autonome exploratie der oceaandiepten

Prof. Dr J.M. Pérès



Met een stalen bol, opgehangen aan een kabel, had de Amerikaan O. Barton in 1948 een diepte van 1.370 meter bereikt. Achteraf werden dergelijke tuigen op commercieel vlak vervaardigd (Foto: BIPS)



Zoals er op aarde watervallen zijn, zo heeft men op de bodem van de zee met zandvallen af te rekenen. Deze welke wij U hierboven tonen, bevindt zich in de onderzeese canyon van de Kaap San Lucas in Laag-Californië. Hij is ongeveer 10 meter hoog. In het onderwater-landschap doet het spektakel van deze val volkomen ongewoon en vreemd aan. Het zand van de naburige stranden wordt door de stromen meegevoerd naar de bergengten. (Foto Conrad Limbaugh, Universiteit van Californië. Bron: Courrier de l'Unesco)

schip kon bepalen doch minder gemakkelijk die van het toestel zelf wegens de lengte van de kabel, het doorzakken ervan, enz...

Er werden reeds verscheidene pogingen aangewend om rechtstreeks in de diepten door te dringen met behulp van aan een kabel opgehangen stalen sferen en aldus hebben de Amerikanen W. Beebe en O. Barton 750 meter (in 1934) respectievelijk 1.370 (in 1948) diepte bereikt. Maar de aan het uiteinde van een draad vastgebonden man, welke aldus afhankelijk is van een geankerd of drijvend onderzoekschip, is niet vrij zich naar goedgevonden te bewegen om waarnemingen te doen of te experimenteren. Deze tuigen (de batysfeer van Beebe en de bentoskoop van Barton) waren in feite blootgesteld aan kabelbreuk zonder mogelijk verhaal. Achteraf werden andere gelijkaardige tuigen vervaardigd, zelfs op het commercieel vlak (door de Italiaanse firma Galeazzi), waaraan echter een veiligheidslast werd toegevoegd om het de tuigen aldus mogelijk te maken in de vorm van een torentje opnieuw naar de oppervlakte te stijgen indien de hangkabel zou be-
geven.

In 1932 verwierf Auguste Piccard, een Zwitsers geleerde maar professor aan de Vrije Universiteit van Brussel, wereldvermaardheid door het bouwen van de eerste stratosfeerballon om de hoge lagen van de stratosfeer aan een onderzoek te onderwerpen. Toen kwam de wervelstorm van de Tweede Wereldoorlog, maar Piccard overwoog reeds de idee, na de hoogste mens van de wereld te zijn geweest bij het onderzoek van de luchtstratosfeer, ook de diepste mens van de wereld te worden bij het onderzoek van de zeestratosfeer. Zijn van geniale eenvoud getuigende idee was de volgende: vermits men, om de lucht in te gaan, gebruik maakt van een ballon met luchtdicht schuifje, dat gedragen wordt door een omhulsel dat gevuld is met gas dat lichter is dan lucht, zal het volstaan, wil men het zeewater onderzoeken, te beschikken over een waterdichte schuit welke gedragen wordt door een vlotter die gevuld is met een vloeistof die lichter is dan water; door deze onderwaterballon te ballasten, doet men hem zinken en, eens tot op de gewenste diepte gezakt, zal het volstaan deze ballast los te gooien om opnieuw te stijgen. Op dit principe bouwde Piccard, vanaf het einde van het konflikt, zijn onderzees stratosfeertuig, dat hij "batyskaaf", letterlijk diepteschip, doopte.

Deze eerste batyskaaf, die tot stand kwam met de financiële medewerking van het Belgisch Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek, en om die reden de naam kreeg van FNRS 2, zijnde de afkorting van de Franstalige benaming (de FNRS 1 was de stratosfeerballon), was niets anders dan een geweldige vlotter die gevuld was met uiterst lichte benzine (Benzine H), waaraan een waterdichte sfeer (samengesteld uit twee halve sferen) uit

gegooten staal bevestigd werd en was berekend om te weerstaan aan een druk van 600 kg/cm². Om het tuig te verzwaren en te doen zakken, werden silo's ingericht die gevuld werden met gietijzergruis en om dit gruis op zijn plaats te houden, had Piccard een zo eenvoudige als vernuftige installatie bedacht: een eenvoudige elektrische stroom, door de batterijen geleverd, maakte het gruis magnetisch in de luchtspleet van een elektromagneet die zich aan de voet van elke silo bevindt. Indien men opnieuw wilde stijgen, volstond het de elektrische stroom te onderbreken; het gruis verdween en de lichter geworden batyskaaf ging de hoogte in. Indien er zich gelijk welk elektrisch defect voordeed, was het resultaat hetzelfde en de toevalige stroomonderbreking in de elektromagneten leidde tot het volledig leeglopen der silo's en de terugkeer van het tuig naar de oppervlakte, hetgeen het pand uitmaakt van een veiligheid die ons ongetwijfeld niet door meer verspreide vervoermiddelen geboden wordt en welke wij dagelijks zonder achterdocht gebruiken. Een ander essentieel kenmerk van de batyskaaf was wel dat de benzine-vlotter langs onder geopend werd. Zodoende kon de benzine, tijdens het dalen, zich samendrukken naarmate de druk verhoogde en het door deze druk vrijgekomen volume werd aanhoudend ingenomen door een toenemende hoeveelheid zeewater. Hierdoor bleven de drukkingen, welke zowel aan de buitenkant als langs de binnenkant van de vlotter heersten, bestendig in evenwicht, zodat de vlotter uit dunne platen kon bestaan. De woonsfeer, die voorzien was van een patrijspoort in plexiglas voor de waarnemingen, werd enkel ontworpen om aan de druk te weerstaan. Het zou ons te ver voeren al de originele en gewaagde oplossingen op te sommen waartoe Piccard zich genoodzaakt zag om een goed functioneren te verzekeren van verschillende hulpinstallaties, die alle even noodwendig waren, maar er dient aangestipt dat de meeste van die oplossingen een toepassing vonden in de latere batyskaven. Zoals ik verder zal aantonen, heeft men er verbeteringen aan gebracht, maar al de essentiële problemen werden in hun grote lijnen, ten minste voor de diepten gaande tot 5.000-6.000 m, door Piccard zelf opgelost.

In 1949 voerde de FNRS 2, tijdens een expeditie ter hoogte van Dakar, die plaatshad met de medewerking van de Marine Nationale Française, eerst ledig, vervolgens met twee passagiers, verscheidene duikproeven uit tot op een diepte van 1.450 m. Maar deze duikproeven bewezen de geldigheid van het door Piccard uitgevonden principe. De praktische verwezenlijking had enkele bezwaren aan het licht gebracht, die iedere onmiddellijke aanwending van het tuig onmogelijk maakten voor de wetenschappelijke prospectie der diepten welke het kon bereiken in behoorlijke veiligheidsvoorwaarden. Vooral de vormen van

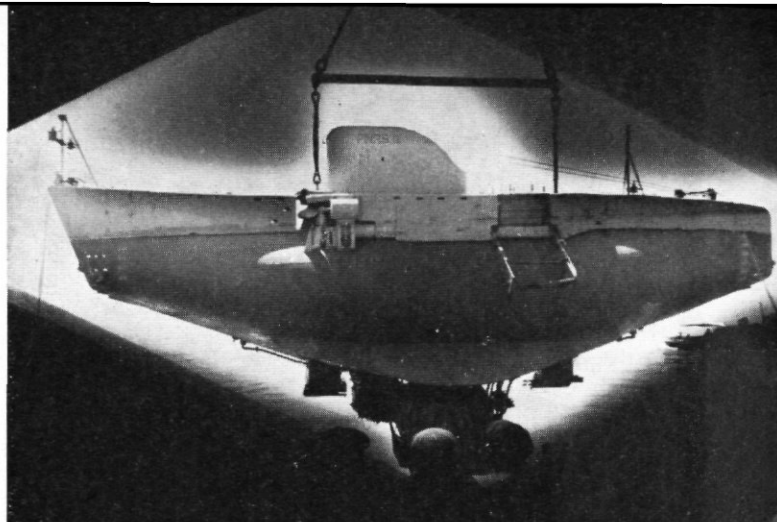
de romp, die in feite de ondersteuningsvlotter was, waren onvoldoende bestudeerd. Welnu, indien een batyskaaf autonoom is per definitie, dat wil zeggen met de oppervlakte door geen enkele materiële band verbonden, dan vangt deze autonomie slechts aan van het ogenblik af dat zij aan het oppervlak verdwijnt. Zij dient tot op dat punt gesleept te worden om het gekozen duikpunt te kunnen bereiken. De FNRS 2 had, tijdens deze sleeptochten in de woelige wateren van de Atlantische Oceaan, tamelijk geleden en het Belgisch Nationaal Fonds beschikte niet over de nodige geldmiddelen voor het bouwen van een nieuwe vlotter.

Aldus bleef de sfeer van de FNRS 2 gedurende meer dan twee jaar in een hoekje van het arsenaal van Dakar opgeborgen tot wanneer de Marine Nationale Française de zaak opnieuw voor haar rekening nam, nadat met het Belgisch Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek was overeengekomen dat zij er de eigenaars van werd ingeval zij er in slaagde een nieuwe batyskaaf te bouwen. De Franse ingenieurs van de Génie Maritime maakten een nieuwe vlotter, waarvan de vormen veel beter bestudeerd waren dan die van de FNRS 2 en waaraan, gevat in een soort mand van metalen rasterwerk, de sfeer van het Belgisch prototype gehangen werd. Aldus ontstond de FNRS 3 van de Franse Marine, die, op 15 februari 1954, ter hoogte van Dakar, een diepte bereikte van 4.050 m, met aan boord Kommandant G. Houot en Ingenieur P. Willm, van de Génie Maritime. Ongeveer op hetzelfde tijdstip dat de Franse Marine de FNRS 3 bouwde, had Auguste Piccard, die uit de ervaring van 1949 lessen had getrokken die analoog waren met die welke tot de details voor de verwezenlijking van de FNRS 3 hadden geleid, in Italië zijn tweede batyskaaf gerealiseerd, welke met een nieuwe sfeer was uitgerust, die niet meer uit gegoten, maar uit gesmeed staal bestond. Deze kreeg de naam "Trieste".

Zodra de duikproef tot 4.000 m geslaagd was, besloot het Centre National Français de la Recherche Scientifique zich te interesseren voor de wetenschappelijke aanwending van dit ware diepteschip, zoals de FNRS 3 zich voordeed. Tijdens de eerste prestatie was het tuig slechts uitgerust met onderwaterprojektoren en -foto- en filmcamera's, afkomstig van de Amerikaan H. Edgerton. Men diende op de FNRS 3 een wetenschappelijke uitrusting te monteren en kondigde aan dat het tijdvak van de wetenschappelijke exploitatie der batyskaven was angebroken. Uit het vervolg der gebeurtenissen is dan vlug gebleken dat deze bewering iets of wat voorbarig was.

Het ter plaatse meten van verschillende fysieke of scheikundige marmeters: temperatuur, zoutgehalte, geluidssnelheid, enz... leek nogal gemakkelijk. De ingenieurs hadden een tamelijk groot aantal waterdichte

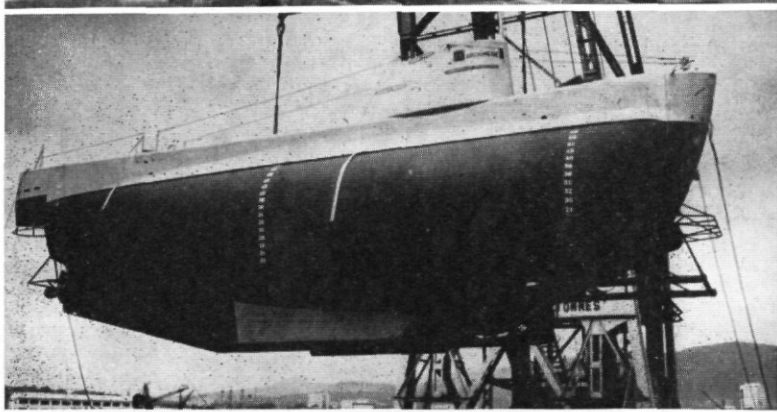
Op deze foto van de F.N.R.S. III is de sfeer te zien die aan de vlotter hangt (terwijl zij in de "Archimède" er in gebouwd is om de hydrodynamische hoedanigheden bij het slepen te verbeteren). Men bemerkt eveneens het binneste gedeelte van het toegangsas naar de sfeer en, naar beneden, de openingen van de twee silo's. Bovenaan ziet men de motoren voor de aandrijving onder water (met ingetrokken schroeven) en de accubatterijen met de schuif om ze te vieren (zij kunnen aangewend worden als veiligheidsballast) (Foto : J.M. Pérès)



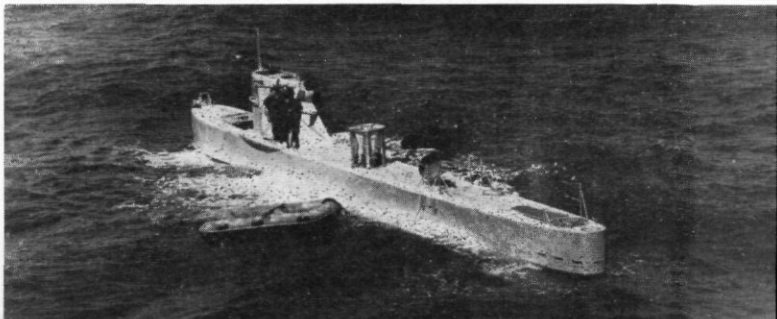
Op deze foto van de achterzijde van de "Archimède" is de "laboratorium-put" te zien die aan de achtersteven aangebouwd werd om de opvangers der verschillende meetinstrumenten te herbergen. Men onderscheidt eveneens de schroef van de motor voor horizontale aandrijving en de zijkant onderaan de romp de behuizing van de schroef voor de verticale verplaatsing (Foto : J.M. Pérès)



De batyskaaf "Archimède" gaat te water in het arsenaal van Toulon (Foto : J.M. Pérès)



De batyskaaf "Archimède" vóór een duikproef. Men bemerkt op de brug, achter de kiosk, de kroon met planktonnetten; deze netten zullen om beurt en op bevel tijdens het opstijgen in werking treden (Foto : J.M. Pérès)



poorten in de sfeer voorzien; het volstond dus meters te plaatsen langs de buitenzijde ervan en registreerders aan de binnenkant onder de ogen van de twee ingezetenen. Men zong vlug een toontje lager; vooreerst moesten de poorten aan de omringende druk kunnen weerstaan (1 kg/cm^2 voor elke schijf van 10 meter), wat meestal niet het geval was met die welke men bij de leveranciers aantrof. Anderzijds was de ruimte in de sfeer om de toestellen te plaatsen zeer beperkt, daar deze reeds aangewend werd voor de installaties van het tuig zelf. Doch zelfs indien er langs de binnenzijde van de sfeer plaats kon vrijgemaakt worden om er een bepaalde registreerder in neer te zetten, kon deze niet langs de deur van de sfeer, vermits de diameter slechts 38 cm bedroeg. Prof. Coulomb, toen Directeur-Generaal van het C.N.R.S., begreep dat, wilde men de FNRS 3 op zekere dag voor wetenschappelijke doeleinden aanwenden, de enige oplossing er in bestond een speciale uitrusting te ontwerpen en te vervaardigen. Aldus werden met veel geduld, na verloop van jaren, en rekening houdend met de beperkte kredieten, die vanwege de ingenieurs zoveel meer vindingrijkheid vereisten, een bepaald aantal toestellen ontwikkeld: precisiemanometers, termometers die het twintigste van een graad aangeven, waterstaalflessen, stroommeter, toestel voor het bestuderen van de snelheid en het afnemen van de geluids- en ultra-geluidsgolven, enz.

Al deze toestellen werden één na één geplaatst, getest, verbeterd, tijdens duikproeven, doch niet alleen in de Middellandse Zee, wat heel wat voordelen bood, gezien de batyskaaf haar thuishaven te Toulon had, doch eveneens ter gelegenheid van oceaancampagnes, waarop trouwens de biologen zeer gesteld waren. Om redenen te lang om hier uiteen te zetten, is het bodemvlak van de Middellandse Zee bedroevend arm aan dierlijk leven, net zo goed wat betreft de fauna (plankton en nekton) als die van de bodems (benthos). Dank zij twee campagnes, de ene in de onderzeese canyons en de kontinentale glooiing van Centraal-Portugal (1956), de andere in Japan (1958), was het de biologen mogelijk talrijke originele waarnemingen te doen... die tegelijkertijd nieuwe uitrustingsproblemen met zich brachten. De bioloog, die enkel moest waarnemen en trachten wat foto's te nemen (met een belachelijk laag rendement in vergelijking met de verbruikte hoeveelheid film), wenste op zijn beurt de dieren, die hij uit de aard der zaak in hun milieu kon zien bewegen, te vangen... wat heel wat meer moeilijkheden schiep dan die van het meten der fysische of scheikundige gegevens.

Maar de FNRS 3 verouderde langzaam in de loop van die jaren van geduldige ontwikkeling, natuurlijk niet de sfeer, maar de vlotter, vitaal element voor de veiligheid van het tuig, welke, telkens hij gekrensd werd, door de

roest wat minder stevig werd. Bewust van de voorsprong waarop Frankrijk kon bogen inzake de autonome exploratie van grote diepten, besloot het Centre National de la Recherche Scientifique een nieuwe batyskaaf op stapel te zetten, die berekend zou zijn om de grootst gekende diepten te bereiken en waarop al de tussen 1955 en 1960 vervaardigde toestellen ten volle zouden aangewend worden.

Dit nieuwe tuig, "Archimède" gedoopt, en waarvan de eerste duikproeven in 1962 plaatshadden, is de enige Franse batyskaaf die thans in dienst is. Hij berust op dezelfde gegevens als het prototype van Piccard, maar dank zij de ervaring van meer dan honderd duikproeven, waartoe de FNRS 3 zich leende, heeft men er een bepaald aantal belangrijke wijzigingen aan gebracht. Vooreerst is er een stevigere, dus zwaardere, sfeer nodig, wil men de 11.000 m bereiken. Men dient tevens meer ballast mee te nemen, aangezien de benzine zich meer zal samendrukken en er dus een grotere hoeveelheid zeewater zal binnenstromen. De batyskaaf "Archimède" heeft dus een grotere vlotter dan die van zijn voorganger (162.000 liter benzine in plaats van 83.000 liter). Eén der ernstigste bezwaren van de FNRS 3 bestond in de zwakke kracht van zijn horizontale aandrijvingsmotoren. Zijn jongere broer beschikt over een veel sterkere motor, die gevoed wordt door buitenbatterijen en twee verschillende snelheden mogelijk maakt: de ene ten belope van 4 knopen, de andere van ongeveer 1,5 knopen. Een andere interessante bijzonderheid van de "Archimède" is de aanwezigheid van een kleine motor voor verticale aandrijving, waardoor het mogelijk is verplaatsingen uit te voeren van geringe amplitude naar boven of naar beneden zonder ofwel gruis ofwel benzine kwijt te raken. De sfeer van gegoten staal is, in plaats van aan de vlotter te worden gehangen bij middel van een soort mand, in een bekleding gevat die het geheel van de vlotter omgeeft, zodat het mogelijk is, bij het slepen aan de oppervlakte, bij kalme zee een snelheid te bereiken van 7-8 knopen in plaats van maximum 3 met de FNRS 3.

Maar de "Archimède" werd vooral, van bij het begin, ontworpen voor wetenschappelijke exploitatie. Waar hij zich verheugt in het bezit van precisiemanometers en -termometers, waterstaalflessen, stroommeettoestellen, dit alles ontwikkeld door de FNRS 3, waarvan hij eveneens de foto- en filmprojectoren en -camera's bewaart, werd hij tevens uitgerust met nieuwe installaties en, in het bijzonder, met een soort rolbrug welke een draagstel op 4 meter lengte, 2 m breedte en 1 m hoogte kan voortbewegen. Op dit draagstel kunnen verschillende toestellen bevestigd worden: een soort bak welke enigszins lijkt op die welke in de havens en op de werven gebedigd wordt voor het behandelen van steenkool, een "scraper" (soort schop), een drukmeter (om de dichtheid der

**Het rekord
van de batyskaaf
"Trieste":
11.000 meter
diepte,
kan nauwelijks
neergehaald
worden**



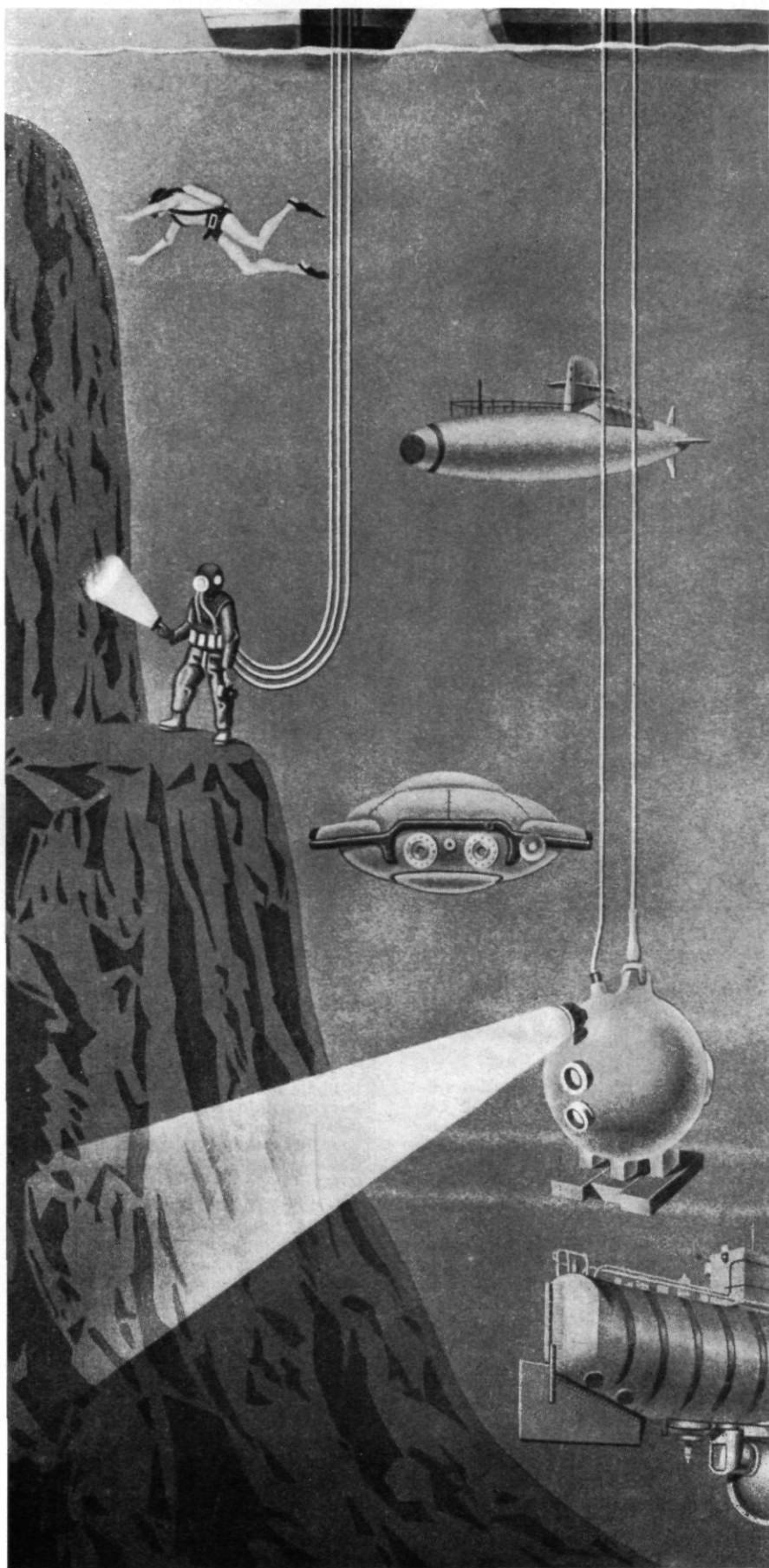
Kommandant Jacques-Yves Cousteau, eigenaar van het Frans schip voor oceanografisch onderzoek "Calypso" en directeur van het Oceanografisch Museum van Monaco, heeft een soort onderwaterschotel vervaardigd, waarmee twee personen ongeveer 330 meter diep kunnen duiken. Op de foto zien wij de onderwaterschotel uit het ruim van de "Calypso" te voorschijn halen. Uiterst rechts Kdt. Cousteau (Bron: Unesco/Bill Simons)

sedimenten te meten), een sedimentkernbuis van 90 cm hoog en 20 cm diameter, waardoor het sediment en het water, wanneer het er boven stijgt, kan opgevangen worden. De door de scraper opgevangen voorwerpen kunnen naar de toevortrecht geleid worden. Sinds korte tijd maakt een rotatierotskernbuis, - enig in de wereld - het mogelijk rotsstalen ter plaatse onder visuele controle te nemen, zodat men zich niet meer, zoals de geologen die in het blinde weg vanaf de oppervlakte werken, moet tevreden stellen met het ophalen van uitgebaggerde rotsstukken waarvan men nooit zeker is dat zij werkelijk aan het substraat ontruikt zijn. Een stel van vijf netten maakt het mogelijk bij het ophieven het plankton naar boven te brengen uit vijf verschillende lagen die ingevolge rechtstreeks door de patrijspoorten gedane waarnemingen uitgekozen werden. Een bepaald aantal waterdichte door-

gangen blijft vrij met het oog op het voorlopig plaatsen van een biezonder toestel indien een vorser hierom verzoekt. Om te vermijden dat de maten zouden in de war gebracht worden door de verplaatsing van de geweldige massa van de batyskaaf in de schoot van de oceaan, werd aan de achtersteven van de batyskaaf een ruime schacht, aan beide uiteinden open en 1,4 m hoog op 0,9 m diameter, gevoegd om er de gevoeligste meters in te plaatsen. Vanzelfsprekend zijn bepaalde toestellen nog vatbaar voor verbeteringen maar er mag wel onderstreept dat de batyskaaf "Archimède" niet enkel een voertuig is dat het bewijs levert tot grote diepten te kunnen afdalen en terugkeren, doch het eerste rechtstreeks en autonoom exploratie-instrument voor oceaandiepten uitmaakt. Terwijl verder aan de "Archimède" gebouwd werd, kocht de Marine van

de Verenigde Staten de "Trieste" van Professor Piccard. De sfeer ervan, die enkel 6.000 m kon halen, werd vervangen door een speciale sfeer welke berekend was op een weerstand van 1.200 kg/cm², terwijl de andere installaties geen noemenswaardige wijzigingen ondergingen. Met de aldus verbeterde batyskaaf "Trieste" bereikte de bestuurder Jacques Piccard, zoon van de uitvinder, en zijn metgezel Don Walsh, officier bij de Amerikaanse Marine, in de trog van Guam meer dan 11.000 m. Beslist een rekord dat nog niet zo vlug zal gebroken worden, vermits de ravijn, waar de "Trieste" deze prestatie leverde, deel uitmaakt van het diepste troggenstel van de Stille Oceaan. Sindsdien heeft de "Trieste" dit exploit niet meer herhaald en onderging bestendig belangrijke wijzigingen en verbeteringen. Daarentegen werd zij menigmaal gebruikt voor wetenschappelijke doeleinden, doch steeds op minder dan 2.000 m

Van boven naar onder: autonome duikerpakken waarmee men 40 meter diep duikt; een onderzeeër; de duikschotel van Kdt. Cousteau kan de halfdonkere zones onderzoeken gedurende twaalf opeenvolgende uren op een diepte tussen 40 en 200 meter; de batesfeer van Beebe, die in 1934 een diepte van ongeveer 900 meter bereikte; de batyskaaf "Trieste" daalde tot op ongeveer 4 kilometer (Bron: U.S.I.S.)



Niettegenstaande bepaalde bezwaren, blijven de batyskaven onvervangbaar voor al de werkzaamheden waarbij een rechtstreekse visuele controle vereist is

diepte en nam op zeer doelmatige wijze deel aan het opsporen van het wrak van de atoomduikboot "Tresher", die ter hoogte van de kust van de Verenigde Staten gezonken was op een, voor een batyskaaf, betrekkelijk bescheiden diepte van 2.800 m. Tijdens haar proefperiode in Japan dook de "Archimède" vijfmaal dieper dan 9.000 m met een maximale diepte van 9.575 m (in plaats van 10.542 m, zoals het diepste punt van die trog der Koerilen-Kamtschatka verkeerdelijk werd opgegeven). In de lente van 1964 heeft de "Archimède" een reeks duiktochten ondernomen in de ravijn die ten noorden van Puerto-Rico gelegen is, op basis van een Frans-Amerikaanse wetenschappelijke medewerking en waarbij geregeld tot diepten van 7.000 tot 8.000 m of het grootste gedeelte van de bodem van de trog werd afgedaald. In feite betekenen de bereikte diepten niets; men duikt niet meer met een batyskaaf om die of die diepte te noteren. Sinds 1963 zijn wij waarachtig het tijdperk binnengetreden van de wetenschappelijke exploitatie der batyskaven, dat wil zeggen van de studie "in situ" der grote oceaانبodems. Het zou verwaand klinken te beweren dat een vloot van batyskaven morgen al de problemen zou kunnen oplossen welke de diepzeeën nog aan de mens stellen. Voor heel wat opzoekingen zouden de schepen aan de oppervlakte door niets kunnen vervangen worden voor het door hen geleverde werk. Maar de batyskaven, hoe kostelijk zij ook zijn en hoe veeleisend hun aanwending ook (eskorteschip voor het slepen, herladen der elektrische batterijen, korrelsilo's, verschillende controles tussen twee duiktochten), zij blijven onvervangbaar voor een bepaald aantal werken en onder meer voor al die welke een rechtstreekse visuele controle vereisen.

Men kan hoogstens zeggen dat hun aktierrein, in de loop van het volgend decennium enigszins zou kunnen krimpen, wegens mogelijke vorderingen van duiktuigen van het type Cousteau-"schotel". Een der dienstbaarheden der batyskaven is hun

grootte zelf, ter oorzaak van het bestaan van de verlichtingsvlotter. De "schotels" zijn in principe tuigen zonder verlichtingsinstallatie, dat wil zeggen uitgerust met een natuurlijk positief drijfvermogen en die men verzwaaert om ze tot op de bodem te laten zinken. De afwezigheid van de vlotter maakt het ongetwijfeld mogelijk ze afmetingen te geven die beperkt genoeg zijn opdat ze gemakkelijk zouden kunnen vervoerd worden in het ruim of op de brug van een schip van zelfs bescheiden afmetingen en verleent ze een veel grotere hanteerbaarheid dan die van de batyskaven. De enige thans in dienst zijnde Cousteau-schotel werd berekend op 300 meter, maar dit mag niet beschouwd worden als een grens voor dit type van tuig, vermits het hier een experimenteel prototype betreft, prototype dat daarom niet minder te waarderen diensten heeft bewezen voor wat betreft de wetenschappelijke opzoekingen, onder meer voor de bestudering der bodems van het Kontinentaal Plat en van het bovenste deel van de Kontinentale Glooiing.

Ofschoon Kdt. Cousteau thans een schotel klaarmaakt, SP 4000 genaamd, welke 4.000 m diepte moet bereiken, is dit tuig, dat een verlichtingsvlotter bezit in holle staalkogels, in feite een kruising van schotel en batyskaaf en men mag zeggen dat het er, in de huidige stand van de metallurgie, niet naar uitziet dat echte schotels, dat wil zeggen tuigen met een natuurlijk positief drijfvermogen, de 2.000 m diepte zouden kunnen overschrijden. De toestand inzake het doordringen van de zee door de mens is trouwens tijdens dit jaar als volgt. Het duikerpak met perslucht maakt een daling tot 80 meter mogelijk; het gebruik van gasmengsels (bijvoorbeeld zuurstof - helium) maakt zonder twijfel dalingen mogelijk van 200-300 meter, maar hier is eigenlijk nog geen sprake van "diepzeeën". De huidige schotel overschrijdt de 300 meter niet, maar in een nabije toekomst, die niet afhankelijk is van financiële kwesties, zullen tuigen van hetzelfde type 1.000 en zelfs 2.000 m bereiken. Nog dieper ligt het domein van de batyskaven die, thans, ultra-lichte benzine gebruiken als verlichtingsmiddel. Het is niet onmogelijk dat men in de toekomst batyskaven bouwt die een ander steunelement gebruiken; men heeft gedacht aan het Lithium, een metaal dat lichter is dan water, aan holle kogels (in plastic, in staal, enz...) en de huidige vorderingen van de uitgezette kunstharsen wettigen eveneens bepaalde verwachtingen wanneer deze produkten onderhoogdruk zullen getest zijn. Het blijft niet minder waar dat de batyskaven - en ongetwijfeld nog voor geruime tijd - tuigen zullen blijven die op de grond een sterke infrastructuur eisen en een zeer belangrijke sleep- en eskorteboot. Men dient dus niet over te gaan tot duikproeven op grote diepten dan wanneer zij een werkelijk belang vertegenwoordigen; men begrijpt dan het belang van de vorderingen die in

de loop der laatste tien jaar door de onderwaterfotografie verwezenlijkt werden. Vooral dank zij de Amerikaan Edgerton beschikken wij over fotografische en kinematografische kamers en elektronische flashes die perfect aangepast zijn aan het werk op grote diepten. De onderzeese slede, die door Kdt. Cousteau ontwikkeld werd en waarvan de nauwkeurig bestudeerde vorm het mogelijk maakt over zelfs erg oneffen bodems te slepen, maakt het thans mogelijk een geserreerde fotografische exploratie van de te bestuderen zone uit te voeren alvorens, met kennis van zaken, de duikpunten te kiezen.

Het laatste decennium heeft, op het domein van de autonome exploratie, buitengewone vorderingen gezien, vorderingen die, door het meer spektakulaire karakter van die welke op het domein van de ruimteverovering verwezenlijkt werden, enigszins in de schaduw werden gesteld. De autonome exploratie van de grote diepten is geen doel op zichzelf, maar de onontbeerlijke aanvulling van de inspanning die, vooral sinds 1945, gedaan werd voor een betere kennis van de diepzeeën en hun gebeurlijke uitbating ter bevordering van het welzijn der mensheid. De vermindering der dichtheid van de dierenbevolkingen, naargelang men dieper daalt, leidt er beslist toe dat de mens geen kans heeft ooit een belangrijk deel van zijn voedsel uit de grote diepten te halen. Maar wegens het feit dat zij in de duisternis gehuld zijn bevatten zij een belangrijke reserve van deze minerale zouten (nitraten, nitrieten, fosfaten) die de gewassen gebruiken in de verlichte oppervlaktezones om de syntese te maken van de organische stof. Deze organische stof wordt vervolgens verbruikt door de planteneters, die zelf dan weer ten prooi vallen van de vleeseters van eerste orde, enz... Indien men een middel vond om een deel van deze enorme massa "zeemest" te doen ophalen, zou men uitgestrekte oceaangebieden op substantiële wijze kunnen vruchtbaar maken en aldus het rendement verbeteren van de vangst op zeesoorten. De grote diepten bevatten eveneens belangrijke minerale hulpbronnen, te beginnen met de knobbelvelden met ijzer- en mangaanoxyde die, vooral in de Stille Oceaan en op een lagere graad dan in de Indische Oceaan, de meeste sedimenten bedekken boven de 4.500 - 5.000 m diepte en waarvan de waarde geschat werd op 500.000 dollar per vierkante mijl... De kennis van de grote diepten van de Oceaan is nog maar in haar beginstadium; in de tijd, toen men er nog niet kon gaan zien heeft men veel veronderstellingen gemaakt; de vorderingen der onrechtstreekse methoden en nog meer die van de autonome penetratie van de mens in de diepten zullen het ons, in de loop van de komende kwarteeuw, mogelijk maken de waarheid van het verzinsel te onderscheiden en ongetwijfeld ook nog onvermoede nieuwe problemen te ontdekken.