

---

## **GENIE OCEANIQUE**

---

# DES O.S A LA ROBOTIQUE

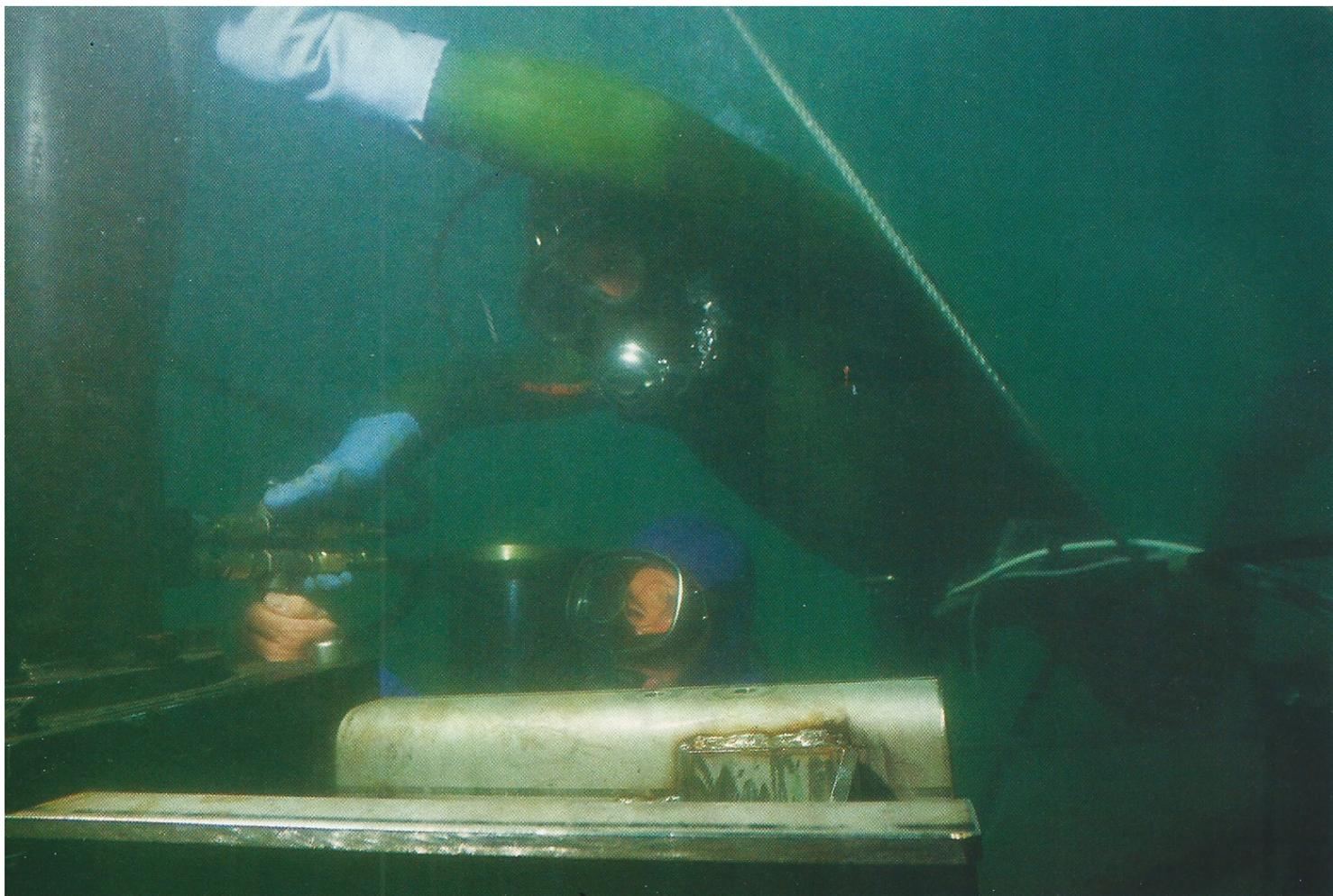
A l'inverse de certaines autres activités liées à la plongée, les travaux sous-marins offrent des débouchés loin d'être négligeables. Ils se divisent en deux catégories principales : les travaux publics, appelés dans le jargon « TP » et la plongée offshore.

Il faut y rajouter un troisième secteur, en pleine expansion, celui des carrières regroupées au sein d'un même vocable : le « génie océanique ».

Plongeurs de toutes les interventions, ces véritables héros du travail sous-marin sont, le plus souvent, confrontés à des tâches rendues encore plus délicates par un environnement hostile.







**C**haque intervention d'un plongeur T.P. répond à une demande bien précise qui détermine les conditions du travail à effectuer. Première conséquence, l'équipement varie du simple scaphandre (ci-dessus vérification d'un barrage) au vêtement le plus étanche (ci-dessous peinture sous-marine en milieu portuaire). Quant au scaphandre pied lourd, il a pratiquement disparu et n'est plus utilisé qu'en de très rares occasions.





Les travaux publics réunissent un certain nombre d'activités terrestres que l'on peut exercer en milieu liquide : découpage, soudure, montage mécanique, coffrage, charpente, nettoyage, expertise, réparations diverses etc... Les premiers plongeurs TP ont été les scaphandriers du siècle dernier qui intervenaient dans les ports, le long des digues, au fond des fleuves etc... Depuis une trentaine d'années, la profession a sensiblement évolué, tant au niveau des techniques et des équipements que sur celui des interventions. Aujourd'hui, une bonne centaine d'entreprises sont implantées en France, très diverses en importance et en types d'activité.

Créée en 1954, la Sogetram Sotraplex, filiale du groupe Comex est un des leaders de ce secteur, avec un personnel de cent employés, dont près de 80 plongeurs et le total impressionnant de deux millions d'heures de plongée effectuées depuis ses débuts.

Oceamer, qui développe ses activités à Marseille est un bon exemple d'entreprise dynamique et spécialisée dans toutes les interventions de pointe, avec une trentaine de plongeurs disponibles nuit et jour pendant toute l'année. Inversement, d'autres sociétés n'emploient que trois ou quatre plongeurs et offrent des prestations limitées à un seul secteur.

Les plongeurs des travaux publics peuvent intervenir dans trois types de milieux. En mer, d'abord et essentiellement dans les ports. En eaux douces, ensuite : fleuves, rivières, lacs naturels, retenues d'eau artificielles, galeries inondées, cuves d'eau de refroidissement de hauts fourneaux ou de centrale nucléaires, etc... En milieu de « densité différente », enfin : cuves remplies d'hydrocarbures mélangés à l'eau, stations d'épurations et égouts, bentonite, qui est une boue d'argile de forage servant à maintenir les terres en place etc...

Dans la plupart des cas, la plongée TP n'intervient qu'à faible profondeur. La grande majorité des travaux se font entre la surface et une vingtaine de mètres. Les chantiers à trente ou quarante mètres sont rares.

Les interventions dites traditionnelles peuvent être de divers ordres : dragage et déroctage, (démolition de roches), visites de sites immergés,

nettoyages préalables à l'implantation d'une structure : pile de pont, digue, conduite etc..., réfections de ponts et de berges, constructions d'ouvrages portuaires, pose d'émissaires, « wet docking », ou interventions sur des bâtiments à flots : brossage de coque, polissage d'hélice, réparations d'avaries de gouvernail, de crépines, pose d'anodes, renflouements etc... et même démolition pure et simple de structures. A ces travaux classiques se sont depuis quelques temps ajoutés d'autres interventions plus sophistiquées, faisant appel à un savoir faire plus complexe et à des équipements de technologie avancée : visite de cuves de centrale nucléaire, intervention en eaux contaminées de stations d'épuration, plongée, à l'inverse, en bassin d'eau potable traitée à l'ozone, inspection en galeries de mines inondées, expertises pour contrôle pendant et après travaux, ou sur un ouvrage détérioré, contrôle dit « non destructif » visant à évaluer l'état de vieillissement des œuvres immergées, par le biais de radioscopies, de magnétoscopies d'ultrasons etc... enfin, étude de protection cathodique, d'engins filoguidés etc...

Côté équipement individuels, certains travaux ne nécessitent qu'un ensemble de plongée sportive classique. Mais, le plus souvent, le plongeur porte un habit étanche à volume constant le protégeant efficacement du froid et un masque facial doté d'un système de communications avec la surface. Les traditionnels blocs bouteilles sont dans la plupart des cas remplacés par un narghilé double d'une ligne de vie permettant, en cas d'urgence, de remonter le plongeur en surface. Deux gaz respiratoires sont utilisés : l'air et, à quelques occasions, un mélange suroxygéné grâce auquel le plongeur peut rester plus longtemps au fond et réduire la durée de ses paliers. En eaux très froides (barrages de montagne, par exemple), un réchauffeur des gaz envoyés au plongeur limite la déperdition calorifique de ce dernier. Enfin, les palmes sont souvent délaissées en cas d'intervention statique. Dans tous les autres cas, il s'agit de palmes à voilure très courte. En milieu hostile (eaux contaminées des égouts ou ionisantes des centrales nucléaires), le plongeur porte un équipement spécial, avec vêtement entièrement étanche assurant une isolation totale et système de récupération des gaz expirés. Lorsqu'il doit s'im-

merger dans un bassin d'eau potable traitée à l'ozone, il est au préalable plongé, tout équipé, dans un bain de chlore. Les conditions de travail rencontrées par les plongeurs TP sont presque toujours très pénibles : eaux le plus souvent froides, courants parfois violents et, surtout, visibilité quasi nulle, quand ce n'est pas le noir complet.

Aussi, une très bonne condition physique, une parfaite maîtrise de soi et une excellente connaissance des outils ainsi que leur maniement sont-ils indispensables, d'autant plus que bon nombre de ces outils sont dangereux : lance thermique à 6000 degrés pour couper la roche ou le béton, chalumeaux, pince à souder oxy-arc, marteau piqueur, explosifs etc... Les autres qualités requises pour faire un tel métier sont un esprit méthodique et une très bonne aquaticité.

Actuellement, les débouchés offerts par cette branche d'activité sont assez réguliers. Après avoir passé avec succès son diplôme Classe 2 à l'Inpp, (obligatoire), le jeune plongeur a de bonnes chances de trouver du travail à court ou moyen terme. Pour un statut d'employé fixe, les salaires ne sont pas très élevés. Un « TP » qui travaille depuis quatre ou cinq ans gagne en moyenne six à huit mille francs, plus les frais de déplacements. Il a, en revanche, la possibilité de prendre du galon, en devenant chef d'équipe, puis chef de chantier et, pourquoi pas, en créant sa propre société de plongée. Pour les plongeurs free lance, il faut compter plus ou moins six cent francs de salaire par jour, en sachant que six à sept mois d'embauche par an constituent une limite supérieure rarement dépassée.

---

## OFFSHORE : LE CALME AVANT LA REPRISE ?

---

Contrairement aux TP, la plongée offshore, qui a pour cadre le milieu maritime, n'intervient que dans un seul secteur d'activité : l'exploitation des nappes d'hydrocarbures contenues dans le sous-sol sous-marin. En outre, il s'agit là d'interventions pouvant atteindre de grandes profondeurs, puisque, actuellement, des plongeurs travaillent sur des champs pétroliers au Brésil à plus de 350 mètres et que la tranche des cent à trois cent mètres est passée dans le domaine de l'exploitation courante. Enfin, ce secteur de travaux sous-marins fait appel à des techniques tout à fait particulières, qui sont la

saturation, la vie en caissons à bord de barges, le transfert jusqu'au lieu de travail en tourelle, l'utilisation de mélanges respiratoires synthétiques subtilement dosés, d'équipements individuels spéciaux et sophistiqués etc...

La vie des plongeurs offshore est très particulière. Leur environnement extérieur est celui d'une barge d'exploitation, univers métallique bruyant et en activité incessante, nuit et jour, dans la houle de la Mer du Nord, ou la chaleur africaine. Les caissons vie où ils sont « confinés » ont une forme cylindrique. Leur longueur varie généralement de quatre à huit mètres, pour un diamètre dépassant rarement 2,20 mètres. Un univers clos, où l'espace est compté et où le mot « promiscuité » prend toute son ampleur. Généralement, deux équipes cohabitent en caissons, l'une étant au repos pendant que l'autre est sur le fond, au travail, par rotations de douze heures. Leur séjour dans ces conditions, peut, selon l'importance du chantier et la profondeur de l'intervention durer deux, trois semaines ou plus, ce délai incluant les jours nécessaires à la décompression finale, avant l'ouverture du sas du caisson ramenant les plongeurs à l'air libre. Autant dire qu'une absence totale de claustrophobie, un caractère stable et social sont indispensables pour exercer une telle activité.

L'équipement des plongeurs offshore est spécifique à leurs conditions de travail : habit à volume constant avec circulation interne d'eau chaude continue, casque de plongée avec communications, ombilical qu'ils traînent derrière eux et qui regroupe le tuyau d'alimentation en mélange, les câbles de communication, une ligne de vie et le tuyau d'arrivée d'eau chaude.

La tourelle qui assure le transfert des hommes depuis les caissons vie jusqu'au fond peut contenir trois plongeurs. Deux d'entre eux en sortiront l'un après l'autre ou simultanément pour travailler. Le troisième reste dans la tourelle pour équiper ses compagnons, surveiller leur plongée, intervenir en cas d'urgence et les déséquiper lors de la remontée. C'est le « bell-man ». Revenus dans les caissons, les plongeurs peuvent prendre leur repas et se reposer en attendant la remontée de l'autre équipe. Généralement, le séjour sur barge peut durer de deux à cinq semaines, au terme desquelles le plongeur regagne la terre, puis rentre chez lui en attendant une autre proposition de chantier.

Sur le fond, les interventions peuvent être très diverses : installation d'un puits de forage, pose de pipelines, récupération d'engins ou d'outils abandonnés ou perdus, pompage des cuves d'hydrocarbure d'une épave etc... En moyenne, chaque plongeur reste six à huit heures hors de la tourelle, dont les projecteurs découpent dans l'obscurité des tranches de lumière crue. Les conditions de travail sont difficiles, surtout lorsqu'il y a du courant et qu'il faut en permanence se cramponner aux structures métalliques pour ne pas être emporté.

Au début des années soixante, avec le boom du pétrole offshore, les premiers permis de forage ont été demandés en plusieurs points du globe tels que la Libye, la Californie ou le Golfe Persique. Le métier de plongeur profond s'est rapidement développé, pour atteindre son âge d'or entre 1970 et 1978. Au cours de cette période, des dizaines de plates formes ont été installées un peu partout, sur les grands champs pétroliers du globe, du Labrador au Gabon, de la Norvège à l'Argentine. La demande en plongeurs était importante et il n'était pas rare de voir certains d'entre eux faire annuellement quatre à cinq mois de saturation. Avec à l'appui, de très confortables salaires, calculés sur le nombre de jours passés à bord, plus une prime de saturation quotidienne pouvant atteindre ou dépasser les mille francs. Salaires élevés, mais à la mesure des dangers d'un métier considéré à juste titre comme étant à hauts risques.

En 1979, le premier coup d'arrêt de l'offshore a sonné le glas de cette période heureuse qui, plus jamais, n'est revenue. L'époque où l'on envoyait, à grands frais des équipes sur le fond est révolue. Dans le but d'optimiser au maximum l'intervention, mais aussi pour des raisons de coût et de rentabilité, l'emploi des plongeurs a été de plus en plus mesuré, pour, très souvent, se limiter à des opérations ponctuelles, aussi brèves que possible. Le nombre décroissant des interventions en saturation a directement influé sur celui des plongeurs disponibles sur le marché.

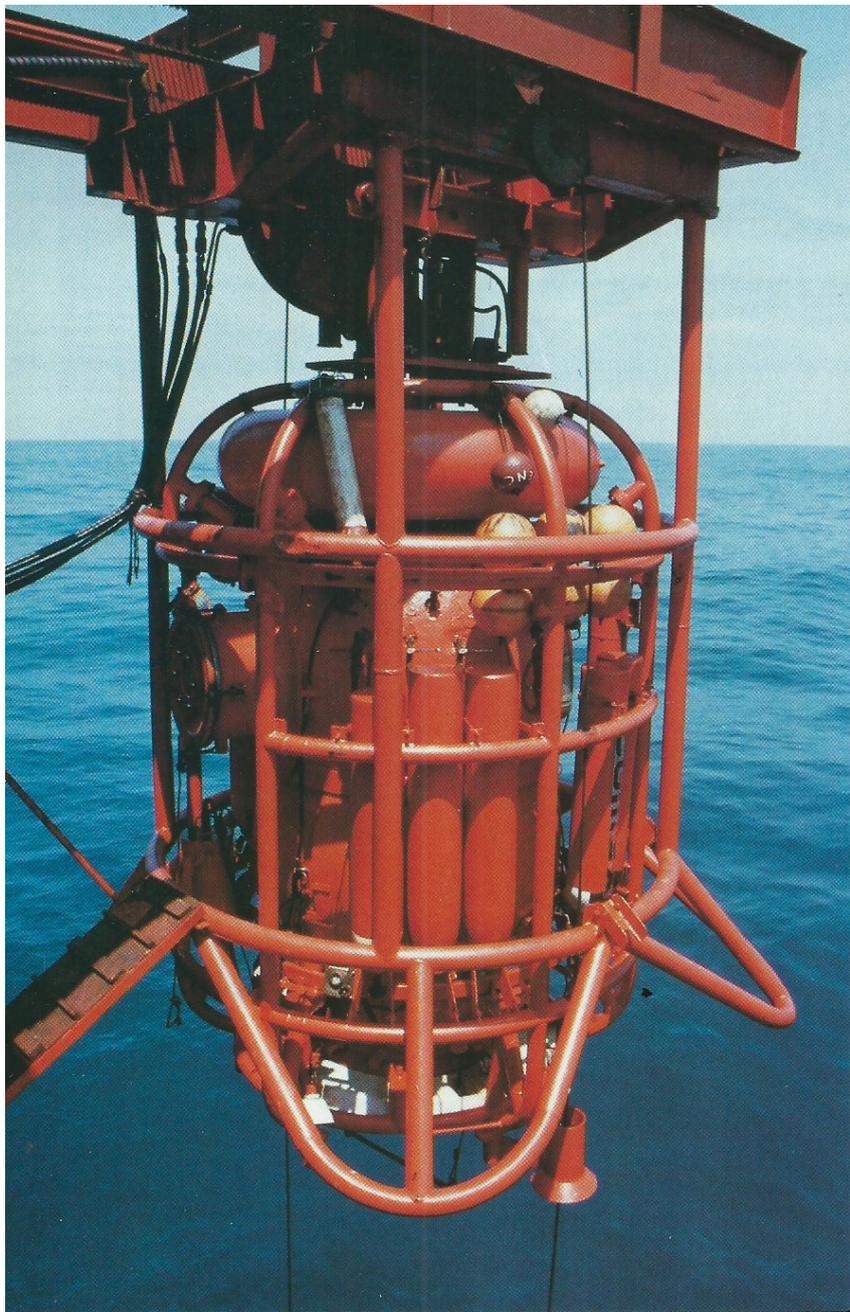
Un second facteur est venu renforcer cette situation : le développement de la robotique et des engins télécommandés, comme les R.O.V. (Remote operator vehicle), qui, dans un certain nombre de cas, remplacent le plongeur, notamment lors de missions d'inspection. Bien qu'elle ne soit encore à ses débuts, l'intelli-

gence artificielle va de plus en plus « occuper le terrain » au sein de la technologie offshore. L'avenir du plongeur est-il pour autant compromis ? On peut en douter dans la mesure où dans nombre d'interventions, l'œil, la main et la faculté d'appréciation de l'homme resteront irremplaçables. Il faut beaucoup plus s'attendre à une « cohabitation » entre la robotique et le plongeur, chacun des deux fournissant sa part de travail, toujours dans le double but de l'optimisation du travail et de la rentabilité. Un problème important quand on sait que l'intervention offshore est d'un prix de revient très élevé.

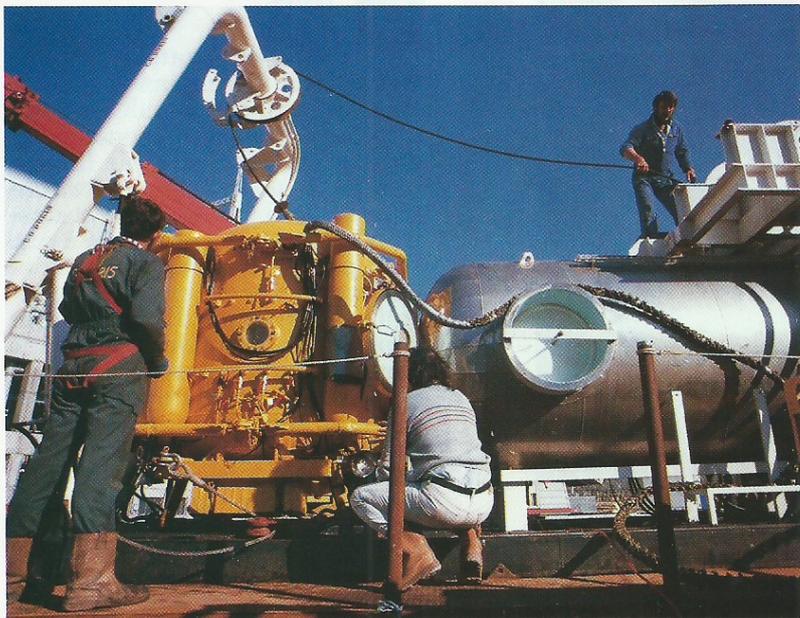
Quant à la profondeur maximale que pourra atteindre l'homme, l'opération Hydra 8 a démontré que l'intervention au-delà de cinq cent mètres, avec un mélange hydrogéné est passée dans le domaine du réel. Verra-t-on un jour des plongeurs évoluer sous sept cent ou huit cent mètres d'eau ? De nombreux physiologistes sont très sceptiques sur ce point. Dans l'immédiat, la tranche des cent à quatre cent mètres est loin d'être entièrement exploitée. A ces profondeurs aujourd'hui considérées comme moyennes, l'exploitation offshore a encore de beaux jours devant elle.

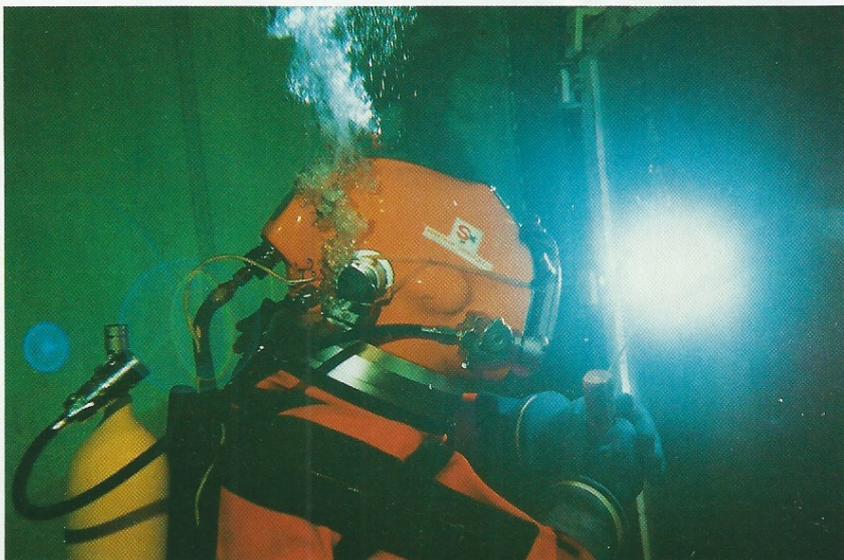
Ce secteur d'activité regroupe une importante catégorie de professionnels dont dépendent étroitement les plongeurs : il s'agit de tous les responsables qui, depuis la surface participent à la bonne marche d'un chantier, des ATS, agents techniques de saturation, dont le rôle est de « piloter » tous les paramètres des saturations et d'assurer leur bon déroulement, aux chefs de projets, véritables responsables du succès d'un chantier, tant au niveau de ses procédures d'exécution qu'à celui de ses résultats et à celui des coûts et des bénéfices qu'il permet de dégager. Tous ces intervenants sont soit d'anciens plongeurs formés sur le tas, soit, aux postes élevés de la hiérarchie, des ingénieurs spécialisés, qui ont fait de l'offshore leur terrain d'activité.

Enfin, l'exploitation pétrolière fait appel à des plongeurs d'un genre particulier puisque eux ne se... mouillent pas ! Il s'agit des soudeurs hyperbares qui sont placés dans une chambre de soudure en saturation, avant que celle-ci soit descendue et positionnée de manière totalement étanche sur les deux extrémités de pipe line à souder. Ne sont retenus pour ces interventions que des soudeurs très hautement qualifiés.



**L**orsque les interventions se situent à des profondeurs importantes, il devient nécessaire d'utiliser la plongée système. C'est notamment le cas pour les travaux offshore où les plongeurs sont souvent amenés à vérifier des infrastructures de forage et autres installations pétrolifères immergées (ci-dessous). Ces plongeurs sont alors "préparés" pour la profondeur requise dans des caissons de saturation et descendus sur leur chantier au moyen d'une tourelle de plongée (ci-contre et en bas) à laquelle ils restent reliés pour les mélanges respiratoires lors de leur intervention.





**d**e toutes les interventions, les moins agréables sont sans nul doute celles qui ont lieu dans des cuves, conduits et autres canalisations où le liquide n'est pas toujours de première clarté ni de première fluidité (ci-dessus). Les instruments, quant à eux, sont parfois très sophistiqués et relèvent d'une technique de travail assez pointue. Dans les pires conditions, un bon technicien sous-marin doit rester maître de ses mesures, même quand les cadrans ne sont pas toujours très lisibles. (Ci-contre, mesure de l'épaisseur des tôles par ultra-sons). Enfin, plonger dans une piscine de centrale nucléaire pour y effectuer une soudure (ci-contre, en bas) doit tout de même procurer quelques sensations étranges.

## GÉNIE OCÉANIQUE : LE GRAND BOOM

Depuis les robots jusqu'à l'océanographie profonde, ce vaste domaine, qui ne recouvre que des activités ayant toutes trait au monde sous-marin, est le point de convergence d'un nombre appréciable de technologies. A court et moyen terme, il offre d'intéressantes perspectives, certains des secteurs qu'il regroupe étant même appelés à un développement spectaculaire.

Question robotique sous marine, de gros programmes sont engagés dans cette voie d'avenir, notamment dans la micro électronique, la reconnaissance de formes, l'intelligence artificielle, l'acoustique sous-marine et le calcul de structures. Un des buts de la robotique est l'optimisation de l'intervention humaine entre 0 et 200 mètres de profondeur. Débouchés importants.

En ce qui concerne la sécurité et la fiabilité des structures en mer, environ quatre milles structures d'« exploitation » sont actuellement implantées autour du monde. En Colombie, le lac Maracaibo à lui seul est recouvert de six cent plate-formes pétrolières ! La maintenance préventive et l'inspection de ces ensembles a donné lieu au développement d'un grand secteur d'ingénierie, dont un des objectifs est l'optimisation des programmes de maintenance par ordinateur, tant pour des motifs d'efficacité que de prix de revient.

En marge des activités biologiques traditionnelles, une voie bio-technologie nouvelle s'ouvre dans le domaine de la pharmacologie, à base de produits naturels extraits de la mer. N'est-on pas en train d'étudier très sérieusement les propriétés du corail dans la médication anti-cancérigène ? Actuellement, le pays en pointe dans cette branche est le Japon, où des investissements colossaux sont réalisés.

L'étude de l'environnement sous-marin dans le but d'en comprendre les phénomènes et de les modéliser connaît une évolution spectaculaire. En marge des interventions profondes, ou l'Ifremer met sur pied un important programme de recherches, une « océanographie planétaire » voit le jour, intégrant les observations purement subaquatiques à celles du milieu aérien, la météorologie devant partie prenante de l'étude d'un tout dont les différentes manifestations sont étroitement dépendantes les unes des autres.

Enfin, le développement « intelligent » du littoral et la protection de l'environnement donnent lieu, depuis une dizaine d'années à l'épanouissement d'un secteur orienté vers le tourisme. Les Etats-Unis sont les précurseurs de cette formule de loisirs, par le biais de structures marines créées à l'intérieur et de parcs côtiers accessibles au public, à vocation éducative et ludique. En France, seules des initiatives privées voient actuellement le jour, mais une prise de conscience des pouvoirs publics est inévitable d'ici peu, avec les débouchés qui en résulteront sur le plan de l'emploi.

## DEUX FILIERES : INGÉNIERIE ET RECHERCHE

Par tradition, le système d'enseignement français est caractérisé par une nette scission entre la formation technique des ingénieurs dans

les grandes écoles et la formation universitaire des chercheurs. Il y a environ cent cinquante grandes écoles en France. Les grandes écoles d'ingénieurs sont une quarantaine, divisées en deux groupes : celui regroupant Polytechnique, Supelec, Centrale et les Mines et celui réunissant les autres. Seules quatre de ces dernières proposent une formation orientée vers le génie océanique : l'Institut national polytechnique de Grenoble, l'Ecole nationale supérieure de mécanique de Nantes, l'Ecole nationale supérieure de techniques avancées de Paris, l'Ecole supérieure des ingénieurs de Marseille, intégrée à l'Institut Méditerranéen de Technologie.

Par la filière universitaire, certains DEA, (diplôme d'études approfondies), sont désormais axés sur le génie océanique : physiologie hyperbare, acoustique, calcul de structures. Ces DEA permettent d'accéder à la recherche et de devenir docteur ou professeur d'université. Il faut noter qu'à partir d'un certain niveau, la tendance actuelle est de faire converger les deux formations, ingénieur et chercheur, afin qu'elles se rencontrent, notamment pour former de jeunes ingénieurs par la recherche.

## DES SYNDICATS POUR LES PROFESSIONNELS

*La profession de plongeur regroupe aujourd'hui un certain nombre de syndicats rattachés à différents secteurs d'activité : plongée industrielle, récolte du corail, aquaculture etc... Le plus ancien syndicat est le Sneti, (Syndicat National des Entrepreneurs de Travaux Immergés), fondé en 1970 et qui réunit la majeure partie des sociétés françaises de Génie civil subaquatique et de travaux en mer. Le Sneti permet à ses membres de participer*

— aux discussions paritaires avec les administrations de tutelle et avec les syndicats de salariés.

— à l'élaboration des textes légaux régissant les activités de travaux sous marins.

— à l'étude d'une convention collective, Sneti, 16, rue Marie Curie, 27 780 Garennes sur Eure. Tél. : (1) 32.86.51.88.

Autres syndicats :

Sntsm, (Syndicat National des Travailleurs sous marins), 55, route de la Corniche, 29 200 Brest.

— Syndicat National des Officiers Professionnels des Corps de Sapeurs Pompiers, caserne des Sapeurs Pompiers, rue Ampère, 69 000 Lyon.

— Syndicat des patrons pêcheurs corailleurs, « Lou Caire », Lot. 312, impasse Lauzie, 13 470 Carnoux en Provence.

— Syndicat des scaphandriers aquaculteurs, 39, résidence « Pleine Mer » B, rue de la Montille, 34 250 Palavas les Flots.

Syndicat professionnel des Activités Subaquatiques, 36, bd des Océans, 13009 Marseille.

Syndicat des Transporteurs de plongeurs sous marins, « Lou Pescadou », quai Baptistin Pin, 83 980 Le Lavandou.