

# Historique

CORRIOL J.H., BROUSSOLLE B.

## *History of diving*

*In ancient times, man dived using the breath-holding method. This technique has been passed down through the ages and is still used today.*

*Appliances have progressively increased the diver's autonomy: snorkels, diving bells and helmet diving dress.*

*The development of an automatic demand valve was a major advance for breathing apparatuses. It allowed the evolution of scuba diving using devices with closed or semi-closed circuits.*

*With the use of synthetic gas mixtures, deep diving at depths greater than 200 - 300 meters, could only develop due to the saturation diving technique.*

*Depths of 500 meters have been reached thanks to the use of hydrogen mixtures.*

## 1. L'APNÉE

Faute de connaître d'autres moyens, les premières plongées ont été effectuées en apnée; là où l'eau est tiède, où sa transparence laisse voir au fond des objets convoitables, comment nos ancêtres n'auraient-ils pas été tentés ? Ces premières plongées remontent sans doute à l'aube de l'humanité, dans la très lointaine préhistoire; nous n'avons pas de texte, ni de témoignage dessiné ou gravé pour nous le confirmer, mais des preuves indirectes : coquillages et nacres retrouvés dans des tombes.

Plus tard, une phrase de l'Illiade fait allusion à la plongée; les trouvailles dans des tombeaux égyptiens montrent des objets ramenés sans équivoque par des plongeurs : de la nacre, des perles, du corail rouge.

Au V<sup>e</sup> siècle avant notre ère, Hippocrate décrit l'utilisation des éponges en chirurgie de guerre ; Hérodote rapporte l'histoire de Scyllias de Cyoné et de sa fille Cyana, plongeurs de bord au service de la flotte perse.

Thucydide raconte les exploits des nageurs de combat grecs au siège de Syracuse.

Cette antique tradition de la plongée en apnée s'est transmise intacte jusqu'au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle pour la pêche aux éponges (à Djerba par exemple), la plonge aux perles (dans le golfe d'Oman) ou aux burgaux, gros coquillages fournissant la nacre (mer Rouge).

Cette technique est-elle née d'un seul foyer, d'où elle diffusa ensuite au reste de l'humanité ? Il semble bien que trois foyers au moins coexistèrent (5) :

- en Méditerranée orientale,
- dans le Golfe Persique et la Mer d'Oman, comme le décrit Ibn Battutah, voyageur et géographe marocain du XIV<sup>e</sup> siècle ;
- en Corée, où les plongeurs de l'île Cheju peuvent se vanter d'une tradition plurimillénaire, déjà décrite comme ancestrale dans le Gishi Wajinden (III<sup>e</sup> siècle av. J.C.) ; les plongeuses coréennes et japonaises (les « ama ») perpétuaient la technique voilà à peine quelques années. Ces trois foyers sont tous asiatiques, et situés entre les 15° et 39° parallèles nord, sans doute pour des raisons liées à la température de l'eau.

Quel que soit le lieu, la technique des plongeurs est identique : ils n'utilisent aucun autre outil qu'une corde, un panier, une pierre servant de lest, et parfois une lame aiguisée pour sectionner les byssus ; ni lunettes, ni masque, ni tuba ; pendant longtemps le lieu de plongée était repéré en filant de l'huile à la surface pour calmer le clapot ; plus tard, quand le verre optique fut inventé, un seau de calfat servit à repérer les prises sur le fond.

## 2. LES TUBES RESPIRATOIRES

L'efficacité de la plongée en apnée est faible, car elle est limitée par la brièveté de l'apnée (moins de deux minutes) ; la vision trouble résultant de l'immersion de la cornée rend difficile le repérage des prises ; la profondeur ne dépasse pas 30 ou 40 m. Comment en augmenter l'efficacité ? La solution semble évidente : il faut faire respirer le plongeur au fond.

Aristote (IV<sup>e</sup> s. av. J.-C.), Pline L'Ancien (I<sup>er</sup> siècle après J.-C.), puis Végèce, et de très nombreux inventeurs à partir de la Renaissance (dont Léonard de Vinci) proposèrent un « tube respiratoire » reliant un masque enserrant la figure du plongeur à la surface, où il était soutenu par des flotteurs. Cet appareil est inutilisable, car l'espace mort (supérieur au litre pour un tube d'un mètre de long et de quelques centimètres de diamètre) rend impossible le renouvellement de l'air alvéolaire ; en outre, le thorax du plongeur immergé est soumis à la pression hydrostatique, qui croît de 100 grammes par mètre de profondeur ; en effet la musculature inspiratoire est incapable de vaincre une différence de pression supérieure à environ un mètre d'eau ; ceux qui ont essayé cet appareil ont rapidement découvert « le principe d'équipression respiratoire » : un plongeur doit impérativement respirer de l'air à la pression hydrostatique ambiante.

## 3. LES CLOCHES À PLONGEUR

Ce principe, même non énoncé clairement, avait été perçu par les plongeurs antiques, qui, pour prolonger leur séjour en immersion, allaient périodiquement reprendre haleine dans une jarre volumineuse immergée pleine d'air, l'orifice regardant le fond, et soutenue de la surface par des cordages attachés à un bateau. Aristote a décrit ces plongeurs ou « *labétoi* » que les romains appelaient « *urinantes* », car, dit Varron, « ils utilisent des urnes ».

En 325 av. J.-C. Alexandre serait descendu jusqu'à une dizaine de mètres de profondeur, enfermé dans un tonneau, de verre pour certains, en bois pour d'autres,

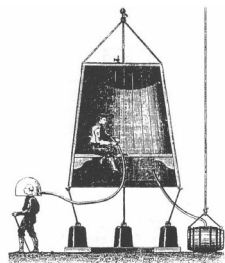
recouvert d'une peau d'âne enduite de cire. Ce serait l'ancêtre de la cloche à plongeurs qu'Aristote désignait sous le nom de *corympha* (16).

Cette technique fut perdue à la fin de l'Empire Romain, et oubliée jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle ; elle fut alors réinventée sous le nom de cloche à plongeur ; il s'agissait en général d'un tonneau sans fond descendu rempli d'air, qui protégeait la partie supérieure du corps du plongeur ; Loréna (1531) en Italie, Kessler (1616) en Allemagne parmi d'autres, appliquèrent cette technique au renflouement des épaves ; des cloches plus vastes permettaient le travail de plusieurs hommes, comme la cloche de Sturmius (1687) ou l'engin de l'astronome et médecin Halley (1690) décrite dans les « *Transactions of the Royal Society* » en 1717 (fig. 1). Le plongeur entouré de sa cloche pouvait difficilement travailler au fond, car selon la loi de Boyle-Mariotte, le niveau de l'eau monte dans la cloche à mesure que la profondeur croît ; c'est Denis Papin, ami de Halley, qui proposa la solution : descendre sous la cloche des tonneaux pleins d'air qui, débondés, feraient ainsi baisser le niveau et fourniraient de l'air neuf ; dès que les progrès technologiques le permirent (à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle), cette technique difficile fut supplantée par un apport d'air comprimé au moyen de pompes alternatives à piston : la cloche était devenue caisson, bientôt muni d'une porte à sa partie inférieure, qui le transforma en tourelle, toujours en usage de nos jours.

Halley amena aussi un perfectionnement qui permettait au plongeur de s'éloigner de la cloche : celui-ci communiquait avec l'air de la cloche grâce à un capuchon recouvrant sa tête et à un tuyau. C'était déjà une ébauche de narguilé et de casque.

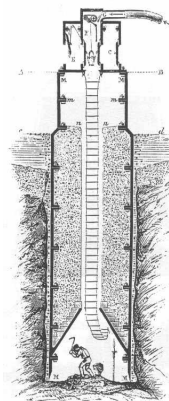
Ces cloches à plongeurs du type de celle de Halley servaient encore au début du XIX<sup>e</sup> siècle. Elles permettaient de travailler jusqu'à 18 mètres de profondeur environ. La seule pathologie relevée (P. Bert, 2, et Colladon, 1826) consistait en douleurs d'oreille et risques d'asphyxie.

FIGURE N°1  
*La cloche de Halley*



*La cloche à plongeur de Halley (dessin du XX<sup>e</sup> siècle d'après un croquis de l'auteur) et son ravitaillement en air frais au moyen de barriques ; l'échelle des personnages n'est pas correcte ; les dimensions de l'engin sont : hauteur : 4 mètres ; rayon supérieur : 0,90 mètre ; rayon inférieur : 1,50 mètre. Eu égard au niveau de l'eau dans la cloche, le plongeur de gauche est certainement en train d'inhaler de l'eau et sera noyé sous peu.*

FIGURE N°2  
*Tube de Trigger*



*Tube de Trigger à air comprimé servant au forage d'une pile de pont dans une rivière. L'air comprimé est injecté par le haut et peut s'échapper par le bas. L'ouvrier, ou tubiste, travaille au sec, en milieu hyperbare, l'eau étant repoussée par l'air comprimé.*

Elles furent abandonnées dès 1839, pour le travail sous l'eau, au profit du tube de l'ingénieur français Trigger, en particulier pour le forage des puits de mines immergées sur les bords de la Loire ou le fonçage des piles de ponts. Le tube était enfoncé verticalement, et à son sommet obturé on injectait de l'air sous pression. Cet

air pouvait ressortir par la base. Les ouvriers pouvaient travailler au sec sous une pression jusqu'à 3 atmosphères. En plus des problèmes d'oreille, les premiers accidents de décompression (des douleurs articulaires) se produisaient après retour à l'air libre, car le temps de travail sous pression pouvait atteindre 7 heures (fig. 2).

Ce type de travail sous pression (les ouvriers s'appelèrent les « tubistes ») fut largement employé, et est encore utilisé de nos jours dans des enceintes sous pression de différentes formes, par exemple pour le percement de galeries de métro sous les rivières (Lyon, Toulouse).

#### 4. LES SCAPHANDRES LOURDS

Cloches et caissons sont des engins lourds, nécessitant une équipe et des moyens techniques élaborés ; Siebe, ingénieur saxon travaillant en Angleterre, propose en 1819 une cloche réduite à un casque sphérique de métal enfermant la tête seule ; il comporte des hublots de verre, et repose par une collerette sur les épaules du plongeur ; un tuyau amène de la surface l'air comprimé dont le surplus s'échappe sous les bords de la collerette. Ce scaphandre individuel, relativement portable, ne permettait cependant pas au plongeur de pencher la tête, sous peine de se noyer. En 1837 l'inventeur améliora son appareil ; il assujettit le casque à un vêtement imperméable et étanche, lourdement lesté par des saumons de plomb et des souliers de bronze ; l'échappement de l'air en excès est réglé par une soupape située à droite du casque et commandée par des mouvements de la tête du plongeur.

Le scaphandre de Siebe fut tout de suite adopté par la marine anglaise, puis en 1840 par la marine française. Mais en 1857 celle-ci le remplace par un scaphandre fabriqué par un Français, Cabirol, puis par le scaphandre d'un autre Français, Rouquayrol, qui comportait par ailleurs un régulateur à la demande qui ouvrait la voie au scaphandre autonome, comme nous le verrons plus loin (fig. 3).

Le scaphandre dit « pieds-lourds » nécessitait un apprentissage et beaucoup de vigilance, mais il permettait un travail efficace au fond. Il demeura longtemps irremplaçable malgré ses inconvénients bien connus :

- lourdeur et difficulté à se déplacer en marchant sur le fond,
- inconfort respiratoire résultant des à-coups de la pompe,
- nécessité d'une parfaite vigilance

pour contrôler la soupape,

- gaspillage d'air comprimé, peu gênant sur ombilical mais prohibant les opérations en autonomie sur un réservoir portatif d'air comprimé.

Le scaphandre « pieds-lourds » a pratiquement disparu et fait figure d'appareil historique. Le dernier scaphandrier « pieds-lourds » de la Direction du port de Toulon, le major Quéméneur, a pris sa retraite en décembre 1997.

FIGURE N°3

*Scaphandre lourd Rouquayrol-Denayrouze*



*Scaphandrier pourvu du régulateur Denayrouze, costume complet.*

A propos de ce terme de scaphandre on oublie souvent son origine.

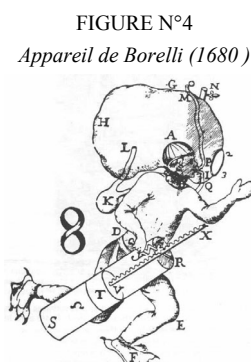
Il vient du grec « *scaphe* », bateau, et « *andros* », homme, et signifie « homme-bateau ». Il fut donné en 1766 par l'Abbé de La Chapelle à un appareil de sa conception, permettant à un homme de flotter sur l'eau. Comme le remarque malicieusement Jacques Michel (15), il est curieux de voir que ce terme de scaphandre employé par les seuls français s'appliquait à l'origine à un appareil destiné à faire flotter un homme et qu'il désigne maintenant un appareil lui permettant de descendre sous l'eau...

## 5. LA PLONGÉE AUTONOME - LES PRÉCURSEURS

Les appareils à plonger, cloches, caissons, tourelles, scaphandres, reçoivent leur air de la surface au moyen d'un tuyau ou ombilical. Tous les plongeurs lourds ont un jour ou l'autre rêvé d'un appareil léger et autonome emportant sous l'eau l'air nécessaire à la respiration, et s'affranchissant ainsi de tout fil-à-la-patte entravant l'utilisateur.

Avant de parvenir aux appareils modernes de plongée autonome, les tentatives de solutions techniques furent de tout temps très nombreuses. Nous n'en citerons que quelques unes.

Le iatro-physicien Borelli proposa dans son ouvrage posthume *De Motu animalum*, paru en 1680, un appareil à plonger autonome : une vaste enceinte souple, peut-être en cuir gras, munie d'un hublot de verre, entourait la tête du plongeur ; elle était fixée de façon étanche autour du cou, l'inspiration semblait s'effectuer par le nez dans l'enceinte, l'air expiré par la bouche dans un tuyau retournait à l'enceinte après avoir été « rafraîchi » dans un diverticule, au contact de la paroi refroidie par l'eau (fig. 4).



Cet appareil ne fut sans doute jamais construit ni essayé ; cependant, il respectait le principe d'équipression respiratoire grâce à la souplesse de l'enceinte, le circuit respiratoire était à sens unique, l'inventeur se souciait de l'épuration des gaz. De très nombreux appareils, souvent ingénieux, parfois puérils, furent proposés surtout à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et au début du XIX<sup>e</sup> siècle.

En 1825, l'Anglais W.H. James décrivit un scaphandre autonome léger comportant un réservoir torique d'air comprimé entourant la taille du plongeur, qui était revêtu d'une veste imperméable à cagoule comportant un hublot permettant la vision. L'air comprimé était admis dans l'habit par un tuyau, et son débit réglé selon les besoins au moyen d'un robinet commandé à la main, l'échappement de l'air en excès s'effectuait par une soupape au sommet de la cagoule, mais nous n'avons pas de précisions sur son fonctionnement ; nous ignorons également si cet appareil a été utilisé.

L'engin que proposait Charles Condert était très semblable ; nous en possédons une description et un croquis publiés en septembre 1835 dans le *J. of the Franklin Institut*. Cet appareil fut construit et utilisé avec succès : Condert avait l'habitude de plonger avec son appareil par 6 à 7 mètres de fond dans l'East River, à Brooklyn (New York) où il travaillait ; en août 1832, il ne réapparut pas ; quelques heures plus

tard, il fut retrouvé noyé, le tuyau d'amenée d'air était sectionné, et le réservoir était vide... Ce précurseur fut méconnu, et sa réussite oubliée pendant presque un siècle.

## 6. LA PLONGÉE AUTONOME ET L'APPARITION DU DÉTENDEUR

On peut réellement situer le début de l'aventure moderne de la plongée autonome par la mise au point d'un détendeur qui permet de distribuer au plongeur un mélange gazeux à une pression égale à la pression hydrostatique à laquelle il est soumis et qui lui permet de respirer librement sous l'eau. Ce détendeur est alimenté en gaz respiratoire à haute pression, venant d'une source située en surface et reliée au plongeur par un tuyau ombilical (c'est la technique du narguilé) ou d'une bouteille portée par le plongeur, c'est la plongée autonome. Le détendeur est dit « à la demande » s'il ne débite du gaz que lorsque le plongeur fait une inspiration, d'où une économie de gaz et une autonomie plus grande.

Ce grand perfectionnement vint d'un horizon imprévu : dans les années 1860 Benoît Rouquayrol, ingénieur des mines à Espalion, en Aveyron, mit au point un appareil respiratoire autonome destiné au sauvetage dans les mines de charbon de la région de Decazeville. Un parent éloigné, le lieutenant de vaisseau Denayrouze, alors en congé de longue durée, lui proposa de perfectionner son appareil et de l'utiliser pour la plongée sous-marine ; il se fit le démarqueur de l'engin qui fut essayé à l'arsenal de Brest et adopté par la marine militaire pour remplacer l'appareil de Cabirol.

La nouveauté de l'appareil réside dans le « régulateur à gaz », nous dirions aujourd'hui « détendeur à la demande », sorte de grosse marmite métallique portée sur le dos du plongeur. Pour les petites plongées, le plongeur était nu, portait un pince-nez et respirait par une sorte d'embout buccal l'air venant du détendeur, lui-même alimenté de la surface (fig. 5).

Pour les plus longues plongées, le plongeur portait un casque métallique et un habit de caoutchouc. Après des débuts prometteurs, et une première livraison d'appareils à la marine, celle-ci ne renouvela pas son contrat avec Rouquayrol et

Denayrouze après 1871. Denayrouze adapta cependant le régulateur à un scaphandre à casque classique, ce qui permit d'employer les appareils mis au rebut. Ce nouveau scaphandre à casque fut adopté par la Marine en 1875, et vendu dans le monde entier par la Société Rouquayrol-Denayrouze. Un frère Denayrouze monta une société pour la pêche des éponges en Méditerranée, qui employa largement cet appareil. Mais on abandonna finalement le régulateur pour n'employer que des scaphandres lourds classiques, alimentés par une pompe en surface. La raison de cet abandon tient peut-être à la meilleure protection contre le froid fournie par le vêtement « pieds-lourds ».

L'invention de Rouquayrol tomba dans l'oubli. Elle avait pourtant bien failli aboutir à la véritable plongée autonome : un appareil portatif appelé « Aérophore » avait été conçu en 1875 pour servir d'appareil de secours dans les mines. Il ressemblait étrangement au « tri-bouteille » des années 1950. Le sujet portait sur le dos trois bouteilles métalliques chargées de gaz comprimé qui alimentaient un

FIGURE N°5  
Régulateur de Denayrouze



Scaphandrier pourvu du régulateur de Denayrouze, ayant ôté le masque.

régulateur à la demande placé à leur sommet. Il ne fut malheureusement pas utilisé dans l'eau. L'histoire de Rouquayrol et des deux frères Denayrouze est remarquablement contée par J. Michel (15).

Une cinquantaine d'années plus tard, l'idée de la plongée autonome fut reprise, en particulier par un officier de marine, le commandant Le Prieur (13), fanatique de la plongée ; il n'ignorait pas la découverte de Rouquayrol et Denayrouze, mais il imagina un appareil plus simple et plus léger qui fut fabriqué par l'ingénieur Fernéz. Leur appareil comportait une bouteille d'air comprimé, portée sur le dos ; l'air était envoyé directement dans la bouche du sujet par un tuyau muni d'un mano-détendeur (habituellement utilisé dans des postes de soudure autogène) ; le débit de l'air, réglé selon la profondeur et les besoins respiratoires, était continu ; l'excès s'échappait par les commissures labiales. Un pince-nez et des lunettes étanches complétaient l'appareillage.

Dans les années 1930, l'appareil fut perfectionné ; un masque facial muni d'un vaste hublot remplaça les lunettes, le tuyau d'amenée d'air aboutit alors sur la paroi latérale, le trop-plein d'air s'échappait sur les côtés du masque. Cet appareil eut très vite beaucoup de succès, il arrivait à une époque où les activités aquatiques étaient en vogue dans la classe aisée ; les premiers clubs de plongée furent créés sur la Côte d'Azur ; à l'Exposition Internationale de Paris en 1937, un « aquarium humain » montrait en action des plongeurs évoluant dans une vaste cuve de verre. Le Prieur avait eu l'idée, nouvelle à l'époque, d'abandonner le lestage lourd des scaphandriers traditionnels ; le plongeur autonome, détaché de tout fil-à-la-patte, à peine lesté pour se trouver en flottabilité indifférente, peut évoluer dans les trois dimensions de l'espace marin, mobile comme un poisson : c'est la plongée libre.

Commeihnes, ingénieur français, transforma le manodétendeur de Le Prieur en détendeur à la demande, ce qui permit d'en porter l'autonomie à 25 minutes à 25 mètres. Commeihnes plongea même à 53 mètres au large de Marseille en 1943. Il fut malheureusement tué devant Colmar dans les combats pour la Libération en 1945.

Toujours pendant la guerre de 39-45, un autre officier de marine, passionné aussi de plongée, J.Y. Cousteau rencontrait l'ingénieur Gagnan avec lequel il conçut un détendeur à la demande dérivé de celui des gazogènes équipant les voitures privées d'essence par les restrictions, et rappelant le principe du régulateur de Denayrouze. Le détendeur Cousteau-Gagnan, détendeur à la demande miniaturisé, permit la création de l'appareil de plongée autonome à l'air en circuit ouvert. Il fut à l'origine du prodigieux développement de la pénétration sous la mer dans un but sportif, mais aussi professionnel.

En 1945 la Marine Nationale crée le GRS à Toulon (Groupe de Recherches Sous-Marines), devenu par la suite le GERS (Groupe d'Études et de Recherches Sous-Marines), dont le commandement est confié au capitaine de corvette Tailliez ; son second est le lieutenant de vaisseau Cousteau ; Frédéric Dumas, contractuel civil, complète le trio initial, qui aura pour mission de développer les utilisations militaires du scaphandre autonome à l'air, et la plongée en général (fig. 6).

FIGURE N°6  
*Plongeur autonome (Photo GISMER)*



Ce centre deviendra également, par son rayonnement scientifique, le pôle principal français du développement, dans l'immédiat après-guerre, de la plongée civile professionnelle et sportive. On connaît l'œuvre du commandant Cousteau, après son retour à la vie civile ; on connaît moins le travail tout aussi méritoire du commandant Tailliez (19, 20, 21) et de Frédéric Dumas. Tous les trois, « les Mousquemers », sont disparus.

## 7. LES APPAREILS EN CIRCUIT FERMÉS ET SEMI-FERMÉS

Ils virent curieusement le jour avant les scaphandres autonomes en circuit ouvert ; comme eux ils dérivèrent d'appareils respiratoires de secours employés dans les mines.

L'air comprimé utilisé dans un appareil respiratoire renferme 79 % d'azote, inutile à la respiration. Seul un très faible pourcentage de l'oxygène du mélange est consommé. Le reste est rejeté dans l'ambiance et gaspillé. Ces constatations suggèrent à Henry Fleuss en 1876 la conception d'un appareil utilisant de l'oxygène pur. Cet oxygène est apporté par une bouteille en cuivre contenant le gaz comprimé, et respiré par l'intermédiaire d'un sac en caoutchouc, dit « sac respiratoire ». Le gaz expiré, chargé en anhydride carbonique (CO<sub>2</sub>), passe par un réservoir contenant une solution de potasse caustique qui le fixe. L'oxygène consommé est remplacé par de l'oxygène délivré par une valve manuelle. En 1879 Fleuss essaie le prototype d'appareil dans une cuve remplie d'eau, mais il perd rapidement connaissance. Avec Siebe, le fabricant du scaphandre lourd, il met alors au point un appareil commercial, ancêtre de tous les appareils en circuit fermé.

En France l'ingénieur A. Boutan et son frère L. Boutan en 1917, (cités par Chastang, 4) ont mis au point un scaphandre autonome dérivé aussi des appareils utilisés dans les mines ; il ne s'agit pas d'un appareil à oxygène pur, mais d'un appareil à régénération d'air associé à un scaphandre classique Rouquayrol. Pour la régénération, comme dans l'appareil de Fleuss, un réservoir contenant une solution de potasse fixe le CO<sub>2</sub> ; pour assurer un courant d'air, des palettes tournent grâce à un mouvement d'horlogerie. L'autonomie avec une bouteille d'acier chargée à 200 bars et de 3 litres de volume est de 6 à 8 heures ; en 1918 les frères Boutan remplacent l'air par un mélange enrichi en oxygène. L'intérêt par rapport à un appareil à oxygène pur est d'éviter la toxicité nerveuse de l'oxygène, qui se produisait avec l'appareil de Fleuss, malgré les mises en garde (ignorées ?) de Paul Bert dans son livre « La Pression Barométrique » (2). Le scaphandre français Boutan est à notre avis le premier appareil à circuit fermé à mélange de gaz.

Un autre appareil à circuit fermé a été conçu, sur demande française, en Allemagne par Dräger : le scaphandre autonome DRAEGER DM-40 (fig. 7). L'étude expérimentale en a été faite en France entre 1933 et 1936, au Laboratoire de Physiologie du Centre d'Études de la Marine à Toulon, par le médecin en chef Hédérer. Il s'agissait d'un appareil à mélange gazeux : celui-ci était fabriqué automatiquement à partir de deux bouteilles de gaz comprimé, l'une d'oxygène, l'autre d'air.

FIGURE N°7

Scaphandre autonome Draeger DM 40  
(photo Dräger Safety, Strasbourg)

