

# UNE HISTOIRE DES ORDINATEURS NATEURS DE PLONGÉE



## ORIGINE

L'ordinateur de décompression a révolutionné notre manière de plonger. En nous permettant des immersions "multiniveaux", il nous a définitivement fait ranger les tables de décompression au rayon des antiquités et profiter, au mieux de nos profils de plongée, notamment dans les configurations tropicales où il trouve son plein-emploi... Porté au poignet, comme le préfèrent les plongeurs français ou en console selon la tendance anglo-saxonne, l'appareil doit son succès à l'incroyable progrès de la microélectronique et aux capacités grandissantes des batteries qui lui sont associées. Un spécialiste de la question, Patrice Bourdelet, nous livre une histoire de ces instruments désormais incontournables.

30



L'origine de l'ordinateur de plongée remonte à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Avant ce conflit, la plongée sportive n'existait pas et la plongée professionnelle se pratiquait exclusivement avec des scaphandres à casque encore appelés "pieds lourds". La Seconde Guerre mondiale sera le théâtre des premières opérations menées en scaphandre autonome, nouvelle arme des militaires.

La grande différence entre les deux systèmes réside dans le fait que le plongeur pieds lourds est alimenté en air de la surface alors que le plongeur autonome

**LA VOIE ANALOGIQUE MÉCANIQUE**

**Le Foxboro Decomputer MARK I**

emporte sa réserve d'air avec lui. Cela a l'air d'une lapalissade, mais la conséquence principale de cette évidence est capitale. En effet, si le scaphandrier est relié à la surface en permanence par son tuyau d'alimentation en air, il l'est aussi par un système de communication téléphonique. Cette liaison est indispensable car, si c'est lui qui plonge, ce n'est pas lui qui gère sa plongée, mais un assistant resté en surface qui lui indique la procédure de remontée en fonction de son immersion. Coupant ce lien avec la surface, le scaphandre autonome impose donc que le plongeur gère lui-même sa plongée. Par conséquent, il lui faut un instrument spécifiquement destiné à cette tâche.

C'est le constat que fait l'Us Navy à l'immédiat après-guerre et, en 1951, un comité est réuni au *Scripps Institution of Oceanography* pour d'abord décider d'une procédure de plongée adaptée au scaphandre autonome et ensuite tracer les grandes lignes de l'instrument indispensable à sa réalisation. En 1953, tout est consigné dans le rapport Groves & Monk qui présente les bases d'un instrument de décompression individuel qui doit tenir compte de trois principaux éléments.

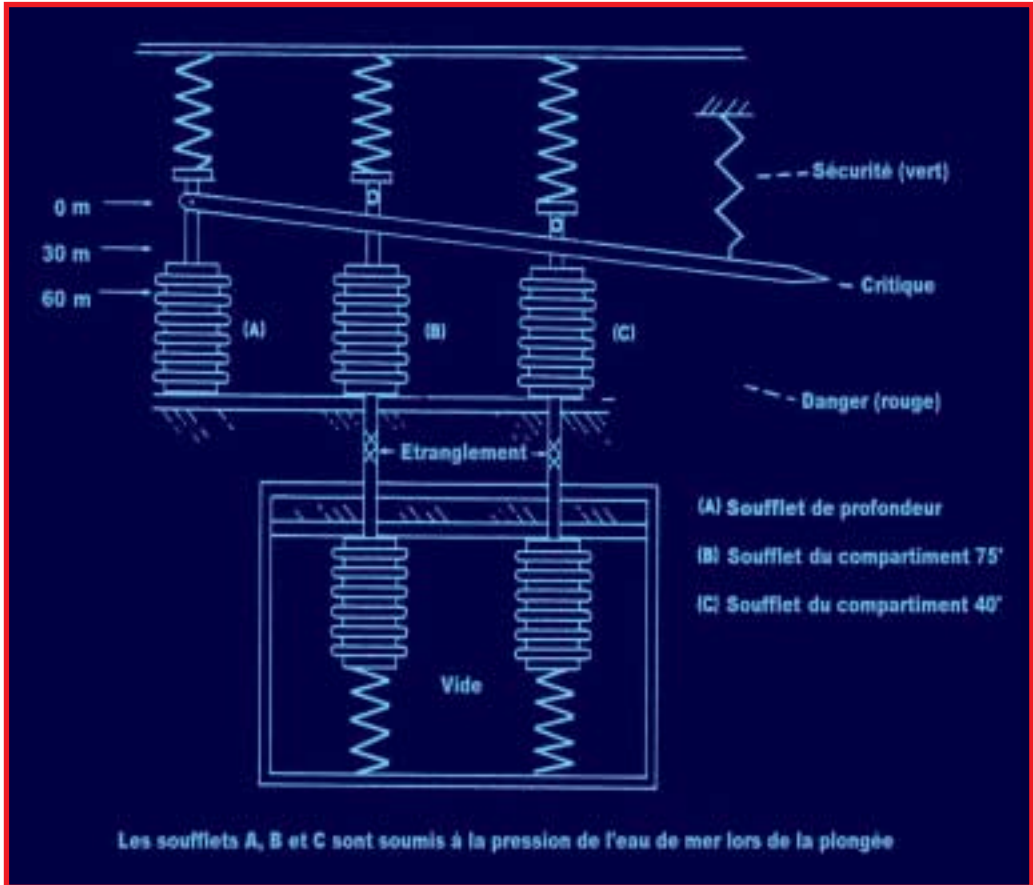
- Le plongeur étant coupé de la surface, l'instrument doit permettre de calculer la décompression en immersion.
- Le plongeur ne bénéficiant plus d'une alimentation en air illimitée, il est amené à se réimmerger rapidement; l'instrument doit donc pouvoir calculer les plongées successives.
- Le plongeur jouissant d'une totale liberté de mouvement dans les trois dimensions, il ne passe plus la totalité de sa plongée à la même profondeur (ce que les tables présupposent).

Ce rapport précise que "l'instrument doit prendre en compte le déroulement complet de la plongée et calculer une remontée optimale "en continu" plus efficace que le système de paliers (utilisé jusqu'à présent uniquement du fait de sa simplicité de présentation sous forme de table)". Le rapport Groves & Monk va même jusqu'à décrire "l'instrument idéal", un ordinateur analogique électrique capable de gérer la décompression et la consommation d'air pour que le plongeur puisse savoir si son autonomie lui permet de faire la décompression prévue.

En octobre 1955, le NEDU (Navy Experimental Diving Unit) teste le premier instrument qui lui est soumis: le *Foxboro Decomputer Mark I* de la Foxboro Company, venu de Foxboro (Massachusetts). Les Américains ont vraiment une imagination débordante! Associé à un profondimètre, cet instrument entièrement mécanique simule l'absorption et l'élimination de l'azote par le passage d'un flux de gaz à travers des éléments poreux placés entre deux groupes de cinq soufflets dont trois sont soumis à la pression ambiante et deux sont sous vide. La simulation s'effectue sur deux compartiments de période 40 et 75 minutes. Le cadran de l'instrument est constitué d'un disque comportant trois zones de couleur: une moitié (centrale) est blanche et les deux autres quarts (extrêmes) respectivement rouge et vert. L'utilisation était simple, il suffisait de gérer la remontée sans



jamais faire apparaître de rouge sous peine de redescendre et d'attendre. Les essais par le NEDU montrent que les résultats que donne l'instrument sont à certains moments dans la table de décompression de l'Us Navy et à d'autres en dehors. Le *Foxboro Decomputer Mark I* est donc renvoyé à la Foxboro Company de Foxboro Massachusetts pour modification et réétalonnage. Il n'en reviendra jamais.



Les soufflets A, B et C sont soumis à la pression de l'eau de mer lors de la plongée

## Le décompressimètre Sos

C'est le plus connu des instruments de décompression. Il a été conçu en 1958 par Carlo Alinari sur une idée du célèbre cinéaste sous-marin Vittorio de Sanctis et fabriqué par la firme italienne Sos Diving Equipment Limited. Le principe de fonctionnement est le même que le *Foxboro Mark I*, mais la réalisation est différente. Le décompressimètre Sos n'utilise qu'un seul tissu (période 120 minutes) et une seule vessie au lieu des 5 soufflets. La lecture se fait sur un manomètre dont le cadran porte les différentes profondeurs de palier. Bénéficiant d'un "effet mémoire", il peut être utilisé lors de plongées successives. L'instrument est plus sévère que la table Us Navy pour les profondeurs inférieures à 18 m et moins sévère pour les profondeurs supérieures. Ce défaut ainsi que sa fragilité ne l'empêcheront pas d'avoir un grand succès et une importante descendance, la firme SOS ayant su faire évoluer le principe et décliner les modèles. Il sera distribué par un très grand nombre de marques (Beuchat, Mares, Scubapro, etc.).



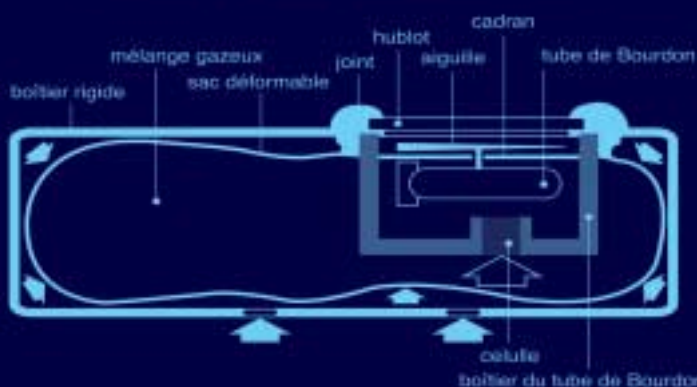
## Le Decompression Meter de General Electric

En 1973, la firme américaine General Electric, aux domaines d'activités très variés, se lance dans l'aventure du décompressimètre analogique mécanique en utilisant, non pas des céramiques poreuses jugées trop fragiles, mais des membranes semi-perméables en silicone. Cette technologie offrait deux avantages. Premièrement et contrairement aux céramiques poreuses, les valeurs des périodes des compartiments simulés ne varient pas en fonction de la profondeur. Deuxièmement, la sensibilité du système aux variations de température est "dans des limites largement satisfaisantes". General Electric réalise un instrument à 4 chambres simulant les compartiments de période 24, 39, 90 et 144 minutes. Les premiers essais permettent la validation du concept; cependant, l'aventure s'arrête là, sans autre explication.

## Le Decomputer Farallon

Dans le milieu des années 1970, la firme américaine Farallon, aujourd'hui disparue, explore aussi le domaine des membranes semi-perméables. Le principe général est le même que celui de General Electric excepté que, si l'instrument renferme quatre membranes, il ne simule l'évolution que de deux compartiments: un lent et un rapide. Le système utilise deux membranes pour chaque compartiment, une pour l'absorption et l'autre pour l'élimination. La lecture se fait sur un cadran rectangulaire où deux curseurs (un pour chaque compartiment) se déplacent sur un fond tricolore (vert, jaune et rouge). Le premier, repéré "slow", est réservé aux plongées entre 12 et 33 m, le second, repéré "fast", à celles de 33 à 57 m. L'utilisation est la

### Schéma du décompressimètre SOS





même que celle du Foxboro Mark I, il faut remonter sans que les curseurs soient dans le rouge.

Le *Decomputer Farallon* est un échec retentissant car, suite à de nombreux problèmes non maîtrisés, ses indications sont trop éloignées de la table Us Navy en plongées unitaires, totalement incohérentes et aléatoires en plongées successives. Tous les organismes l'ayant testé sont d'accord sur le fait. Après l'avoir présenté dans le magazine américain *Skin Diver* en février 1974, la firme Farallon bat le rappel de ses instruments dans la même publication en mai 1976 et offre de dédommager les premiers propriétaires. Quelques *Decomputers* furent à l'époque testés par La Spirotechnique au centre d'essai des Embiez sous la direction de Marcel Rousseau avec les mêmes conclusions. Si quelques pages de publicité et autres présentations fleurissent dans la presse spécialisée française (*l'Aventure sous-marine* n° 102, *Océans* n° 27 et *Études et Sports sous-marins* n° 26) de janvier à mars 1975, aucun *Decomputer* ne sera vendu en France.



## LA VOIE ANALOGIQUE ÉLECTRIQUE

### Le Tracor

Alors que les premières tentatives se sont tournées vers des solutions mécaniques, une société tente la voie de l'électrique en concevant un instrument qui sera le seul de cette catégorie.

Réalisé en 1963 par la firme américaine Texas Research Associates, le *Tracor*, instrument analogique, utilise pour la simulation un réseau de résistances en série et de condensateurs en parallèle à dix niveaux. La mesure de la profondeur est assurée par un capteur de pression industriel et l'alimentation électrique par deux ensembles de piles. Quatre petites piles au mercure alimentent le circuit électronique et deux grosses piles alcalines réchauffent le boîtier pour le maintenir à 32 °C! C'est à l'époque le seul moyen trouvé pour réaliser la compensation en température des composants, procédure indispensable à la précision. Mais les composants électroniques classiques nécessitent de méticuleux étalonnages et les instruments sont trop sensibles aux variations de température.

## LA VOIE DU NUMÉRIQUE ÉLECTRONIQUE

Dans le milieu des années soixante-dix, le domaine de l'électronique subit une véritable révolution avec l'arrivée du microprocesseur. Il devient alors possible de construire un petit calculateur numérique spécifiquement conçu pour calculer la décompression. Les calculateurs numériques sont plus précis que les instruments analogiques mécaniques et posent moins de problèmes d'étalonnage que les calculateurs analogiques électroniques. Cependant, les premiers ordinateurs numériques posent quand même un gros problème car à l'époque, les piles étant trop faibles, il n'existe pas de source d'alimentation électrique appropriée.

### Les ordinateurs numériques XDC du DCIEM

Encouragés par les succès obtenus avec leurs instruments analogiques pneumatiques qui leur ont permis de mettre au point un modèle de décompression intéressant, D.J. Kidd et R.A. Stubbs du Defense and Civil Institute of Environmental Medicine conçoivent en 1975 un instrument de laboratoire à quatre compartiments. Le *XDC-1* qu'on appellerait aujourd'hui un "desk-top" a des allures de caisse enregistreuse, puis vient le *XDC-2*, calculateur en temps réel fabriqué par une firme canadienne CTF, et enfin le *XDC-3*. Encore appelé *Cyberdiver*, cet instrument est considéré comme le premier ordinateur de plongée individuel à microprocesseur. Son succès est quand même limité car il est assez cher à l'achat comme à l'utilisation du fait que ses quatre piles de 9 volts doivent être remplacées toutes les quatre heures!





## Le Dacor Dive Computer (DDC)

En 1976, la très célèbre firme américaine de matériel de plongée va se fourvoyer dans une expérience fort coûteuse et sans lendemain. Alors que la meilleure solution consiste à utiliser le microprocesseur comme calculateur en le programmant avec le modèle de décompression, Dacor choisit d'utiliser le microprocesseur pour mémoriser une table de plongée existante et de créer un logiciel permettant de les lire. De 1976 à 1979, Dacor va dépenser 500 000 dollars en outils de recherche et développement pour quatre prototypes fabriqués par la firme NEOS de Boston. Comme l'explique Bill Bowden, alors directeur export, en dehors de la faillite de NEOS et de l'erreur de conception initiale, Dacor échoue à cause de son incapacité à réaliser une source d'alimentation électrique autonome d'une capacité de 12 heures.

## Les Cyberdiver II et III



Le *Cyberdiver II*, réalisé par la firme canadienne Kybertec aujourd'hui disparue, est commercialisé en 1980. Cet ordinateur de plongée à l'air n'est en fait qu'un lecteur de table automatique (comme le DDC), mais il est quand même doté d'une fonction manomètre et d'une alarme sonore (par écouteur). Son affichage est entièrement constitué de diodes électroluminescentes et sa pile de 9 volts a bien du mal à faire fonctionner 6 à 12 heures le mastodonte de 1,2 kg. En 1981, Kybertec, devenu entre-temps Newtec, reprend le principe du calcul en temps réel du *Cyberdiver I* et crée le *Cyberdiver III* utilisant le modèle de décompression Kidd-Stubbs. Cet instrument reste identique au modèle *II* par sa fonction manomètre, ses dimensions et sa forme.

## Le Decobrain I

Réalisé en 1983 par la firme Divetronic au Lichenstein qui s'est déjà aventurée dans la fabrication de profondimètres électroniques, le *Decobrain* est le premier ordinateur né sur le continent européen, jusqu'à présent tous venaient d'outre-Atlantique. Ce n'est pas un calculateur en temps réel mais un lecteur automatique de tables. Son originalité réside dans le fait qu'il peut malgré tout être utilisé pour les successives. Il a en mémoire les cinq tables suisses qui couvrent les altitudes de 0 à 3 500 m. Il est alimenté par une batterie cadmium/nickel rechargeable qui lui assure une autonomie de 80 heures. Il est assez

lourd (850 g) et encombrant mais, grâce à son boîtier à section en équerre, il peut néanmoins être porté sur l'avant-bras dont il occupe presque toute la longueur! C'est le premier ordinateur de plongée disponible sur le marché européen, les instruments

américains étant peu distribués vu leur prix prohibitif. Peu utilisé en France, il fera fureur en Suisse, en Allemagne et encore plus en Grande-Bretagne où ses détracteurs le surnommeront "Bendimeter".

Le *Decobrain I* sera suivi du *Decobrain II*, plus sûr. C'est un véritable calculateur en temps réel exploitant un modèle à 16 compartiments (périodes 4 à 635 mn) dont le logiciel évoluera à plusieurs reprises (P2-1, P2-2 et P2-3).

## L'Edge

En janvier de la même année (1983), la toute petite firme américaine Orca Industries de Pennsylvanie met sur le marché le premier ordinateur multiprofondeur adopté par les plongeurs sportifs américains (fortunés), le *Edge*, abréviation de Electronic Diving Guide. Piloté par un algorithme dû à Karl Huggins, il effectue un calcul en temps réel sur 12 compartiments dont les périodes s'échelonnent de 5 à 480 minutes, éventuellement que l'on retrouve sur les ordinateurs actuels. Il propose une remontée à vitesse dégressive (18, 12 et 6 m/mn). Il est doté d'un très original écran à cristaux liquides de type matriciel (affichage point par point) sur la vitre duquel est tracée une courbe représentant la limite de décompression à ne pas franchir. Il possède un boîtier en aluminium usiné dans la masse quasiment indestructible et pèse un peu moins de 700 g. L'alimentation est assurée par une pile alcaline de 9 volts facilement remplaçable qui lui assure 12 heures d'auto-



nomie (portée à 48 heures en 1985). Fiable et performant, son succès est rapide et son seul handicap est que la production n'est que de 20 à 30 unités par mois, c'est-à-dire au mieux 1 par jour! De quoi donner des insomnies à Craig Barshinger et Jim Fulton, les fondateurs d'Orca Industries.

L'Edge et le *Decobrain* sont les deux premiers ordinateurs de plongée à bénéficier d'une grande nouveauté: l'affichage à cristaux liquides (ACL). La consommation en énergie électrique de ce composant est bien inférieure à celle des diodes électroluminescentes (DEL) utilisées jusqu'alors. Les piles de format





standard ayant, de leur côté, aussi progressé, l'autonomie des instruments commence à devenir moins problématique. Ce double phénomène va favoriser leur développement.

## Les DATA MASTER II et DATA SCAN 2 d'Oceanic et Us DIVERS

En 1983, ne voulant pas être en reste, les deux célèbres firmes de plongée américaines Oceanic et Us Divers unissent leurs efforts et investissent 1,5 million de dollars pour développer un instrument commun. La recherche et la réalisation



sont confiées à Pelagic Pressure Systems, une firme de San Leandro en Californie. Deux instruments identiques verront le jour en 1987, le DataMaster II commercialisé par Oceanic et le Data Scan 2 par Us Divers. Très en avance, ils intègrent déjà la gestion de l'autonomie grâce à un flexible relié au premier étage du détendeur, mais malheureusement ils ne peuvent gérer que des plongées sans décompression, ce qui réduira considérablement leurs chances de succès commercial.



## Le SME-ML

Avec un effet de surprise total, une firme finlandaise s'immisce dans le jeu des fabricants d'ordinateurs de plongée. Pas complètement inconnue des plongeurs puisqu'elle leur fournit le compas SK 4 universellement reconnu et apprécié, la firme Suunto située à Espoo dans la banlieue d'Helsinki présente le SME-ML fin 1986. Il fait sa première apparition en France au salon nautique de janvier 1987 sur le stand d'Airdif, son importateur français. Cet ordinateur multiprofondeur (d'où l'appellation ML pour multilevel) effectue un calcul sur 9 compartiments dont les périodes s'échelonnent de 2,5 à 480 mn, la vitesse de remontée

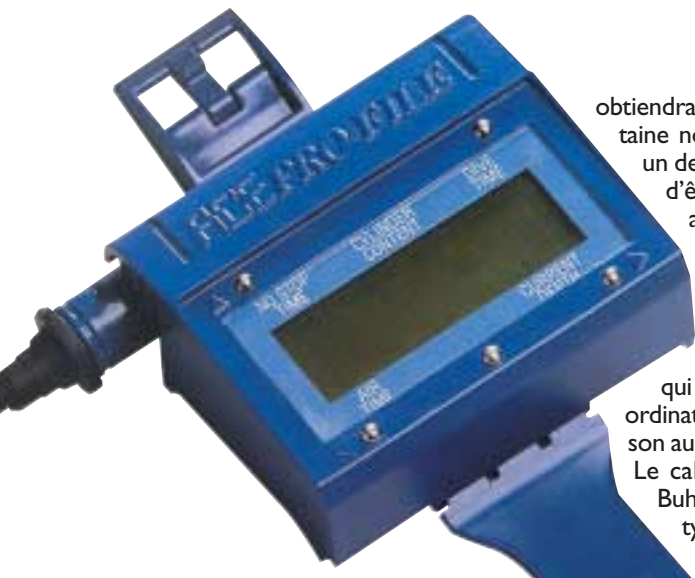
est constante et de 10 m/mn. Son originalité est d'inclure pour la première fois dans un ordinateur une mémoire de profil (1 point toutes les 3 mn) d'une capacité de 10 heures. Il est petit et léger (120 g), mais son boîtier copié sur celui du compas de la firme ne le met pas en valeur. Sa pile à l'oxyde d'argent de 1,5 volt remplaçable par un spécialiste lui confère une autonomie de 1 500 heures. Pas très beau, trop original avec sa "décompression continue" ne faisant pas appel aux emblématiques paliers et dotés de nombreuses limitations par sécurité pour l'utilisateur (prof max 60 m et durée max de palier 30 mn), il n'aura qu'un succès limité à une catégorie de connaisseurs capables d'apprécier toutes ses qualités.

## L'Aladin

Présenté par Beuchat, son distributeur français, au même salon nautique que le SME-ML de Suunto, l'Aladin premier du nom est fabriqué par la firme suisse Uwatec. Basé sur les tables suisses Buhlman ZHL-12, cet ordinateur multiprofondeur utilise 6 com-

partiments dont les périodes s'échelonnent de 4 à 304 mn, la vitesse de remontée constante est de 10 m/mn. Sa mémoire simple n'enregistre que la profondeur maximum et le temps d'immersion de 5 plongées. Il est petit et léger (160 g), sa pile au lithium de 3,6 volts remplaçable en usine lui confère une autonomie de 800 plongées. Un peu plus esthétique que son concurrent, mais surtout plus conventionnel car utilisant le classique système de décompression par paliers, dépourvu en plus de limitations de sécurité et utilisable jusqu'à 100 m pour des plongées à l'air (!), l'Aladin devient immédiatement très populaire chez les plongeurs. Pourtant, sur le plan sécurité, en plus de l'absence de mode planning (particulièrement utile en plongées successives), deux choses lui font cruellement défaut: l'affichage du temps de palier et un indicateur de dépassement de la vitesse de remontée. Ce dernier point est extrêmement dangereux car la vitesse de remontée de 10 m/mn est très difficile à respecter pour des plongeurs alors habitués aux mythiques 17 m/mn de la table Marine nationale. Cela n'empêchera pas l'Aladin de faire un véritable tabac en France comme dans les autres pays européens.





## L'intermède Quatek

L'histoire se passe en Grande-Bretagne à la fin des années 80 et concerne un sujet de sa Gracieuse Majesté, un certain Kevin Gurr qui adore la plongée profonde sur épaves. Il en fera plus tard sa principale activité et



obtiendra dans le domaine une certaine notoriété. Mais pour l'heure, un de ses plus proches amis vient d'être victime d'un très sérieux accident de décompression. Très affecté, Kevin décide alors rien moins que de concevoir son propre ordinateur de plongée ! Il fonde la société Quatek qui présente en 1989 l'Ace, un ordinateur à gestion d'air avec liaison au capteur (0/340 b) par câble. Le calcul qui exploite une table Buhlmann sur 16 tissus est de type multiprofondeur avec vitesse de remontée variable et adaptation automatique à l'altitude. Comme il est équipé de batteries rechargeables, la liste des accessoires comprend un chargeur secteur mais aussi un chargeur 12 V avec prise allume-cigare. Très complet, l'instrument, utilisable jusqu'à 100 m, affiche un grand nombre de paramètres, dont la pression de la bouteille et l'autonomie, ainsi que tout ce qu'il faut pour bien gérer la décompression en plongées unitaires ou successives, alarmes comprises. Les commandes s'effectuent à l'aide de trois contacts humides et le boîtier est disponible en trois couleurs (rouge, bleu et noir). L'étonnant écran rétro éclairé de l'instrument permet l'affichage d'instructions ou d'informations très détaillées sous forme de

phrases, par exemple en cas de non-respect des paliers. Mais, encore plus surprenant et totalement inédit, l'instrument est entièrement reprogrammable ! Son concepteur a en effet prévu de pouvoir remplacer le logiciel de calcul d'origine par un plus récent, voire de fournir l'instrument avec une base de calcul au choix du client. En quelque sorte, d'offrir une flexibilité totale avec possibilité de remise à jour perpétuelle de l'instrument.

Encombrant et un peu lourd, l'Ace est remplacé en 1991 par une seconde version l'Ace Pro-File. Dans un boîtier plus petit (100 x 75 x 35 mm) et plus léger (340 g) qui n'est pas sans rappeler l'Aladin, le nouvel instrument de Quatek présente un écran à l'affichage plus conventionnel, mais toujours capable d'afficher des mots entiers en grands caractères. L'algorithme de décompression livré d'origine est le Buhlmann ZHL-12, mais la marque annonce qu'elle proposera bientôt toute une liste d'autres possibilités. Bénéficiant de toutes les avancées de son prédécesseur, l'Ace Pro-File est en plus interfaçable à un PC, doté d'un mode multi-utilisateur (pour la location), de modes novice et expert, d'une mémoire pratiquement permanente et d'un simulateur. Afin aussi de ne pas mécontenter les utilisateurs du précédent modèle, Quatek propose même de reprogrammer toutes ces nouvelles fonctions dans leur ancien instrument. Bref, le rêve. Ou plutôt le rêve bref puisque seuls quelques instruments de démonstration seront fabriqués et que l'ensemble de l'entreprise s'écroule, apparemment faute de moyens. Comme quoi même les meilleures intentions ne suffisent pas.

## LA SUITE DES ÉVÉNEMENTS

Avec le Suunto SME-ML et l'Aladin d'Uwatec, la plongée entre définitivement dans une nouvelle ère, celle de l'ordinateur multiprofondeur. Ces deux instruments légers et de la taille d'un banal profondimètre mécanique sont en plus d'un prix qui n'est pas totalement ruineux. Ils vont donc être adoptés et utilisés de plus en plus par les plongeurs, même les plus sceptiques. Dans les années qui suivent, avec l'évolution fulgurante des performances des microprocesseurs, des mémoires et des piles, nos deux précurseurs ont une ribambelle de successeurs. Suunto et Uwatec, mais aussi d'autres marques comme Orca, Oceanic, Tekna, Cochran, Seiko, Megaspot, Dive Eng puis Beuchat, Benemec, Sea & Sea et Mares rivalisent d'originalité et d'imagination, à tel point que certaines



années, plus de dix modèles différents voient le jour (en 1990 et 1994). Les ordinateurs se perfectionnent, se diversifient et les gammes s'étoffent. Désormais, une marque ne peut plus proposer qu'un seul instrument mais doit disposer d'une gamme complète d'au moins trois modèles (entrée, milieu et

haut de gamme). Dans le courant des années quatre-vingt-dix, de nouvelles fonctions apparaissent, comme le simulateur, la gestion d'autonomie, le rétro éclairage de l'écran, les alarmes sonores, les réglages personnalisés et les écrans modifiables par l'utilisateur. Il est même mis sur le marché des ordinateurs dotés de la parole (Mares Dive Mate) et d'autres utilisant un transmetteur pour la gestion de l'autonomie (Oceanic DataTrans). Parallèlement, arrive la connexion PC avec ses logiciels spécifiques de plus en plus conviviaux aux possibilités immenses et sans cesse croissantes. Les capacités des mémoires explosent et les profils de plongée mémorisés sont de plus en plus détaillés. La fréquence d'échantillonnage d'un profil, partie d'un point toutes les trois minutes, atteint un point toutes les





deux secondes! Progressivement mais irrémédiablement, les commandes par boutons poussoirs prennent le pas sur celles à contacts humides. De leur côté, les modèles mathématiques s'affinent, on passe des modèles purement haldaniens à des modèles de type exponentiel/linéaire puis diphasique. Arrive l'engouement pour la plongée au nitrox qui fait surgir des ordinateurs spécifiques (Suunto *Solution Nitrox*). Par la suite la fonction nitrox s'intègre naturellement aux instruments pour donner des multi-ordinateurs à triple mode d'utilisation air, nitrox et profondimètre avec extension de la zone de profondeur (120 à 150 m). Commencent à poindre aussi des ordinateurs multigaz pour la plongée aux mélanges et les paliers à l'oxygène pur (Dive Rite). Du côté des ordinateurs

poignet, même au bureau. Présentée au salon de la plongée de Paris en 2004, l'*Atom 0.1*, montre multi-ordinateur d'Oceanic, offre même la gestion de l'autonomie par transmetteur avec possibilité d'utiliser 3 mélanges dans la même plongée. En 2005 la Suunto *D9* également à gestion d'autonomie par transmetteur intègre un compas électronique. Réduit à la taille d'une montre, l'ordinateur a-t-il atteint la limite de sa miniaturisation? Non et oui. Non, parce que les composants électroniques et les piles vont certainement encore diminuer de taille. Oui, parce qu'un cadran de montre est vraiment ce que l'on peut lire de plus petit sans trop de difficultés à condition d'être jeune et d'avoir une bonne vue. L'avenir sera donc probablement fait d'instruments encore plus petits mais forcément dotés d'affichages lisibles. D'où la nécessité de nouveaux modes d'affichage peut-être de type viseur tête haute ou autres? Oceanic a déjà réalisé pour les plongeurs de l'Us Navy un ordinateur à micro-affichage optique totalement intégré au masque de plongée l'IDDM (Integrated Display Dive Mask - masque de plongée à affichage intégré) qui devrait donner naissance à un modèle civil pour la plongée loisir. À suivre... ■



classiques, l'original *Sapiens* de Tusa à l'écran "plein cadre" emprunte au téléphone portable l'alarme par vibreur. À l'approche du troisième millénaire, le niveau des composants est tel que le multi-ordinateur de plongée le plus performant et le plus complet peut être mis dans un boîtier de montre et inclure les fonctions montre les plus évoluées (Suunto *Spider*). Beaucoup de plongeurs se promènent désormais toute la journée avec leur ordinateur de plongée au



## PETIT LEXIQUE

- **Algorithme:** suite d'opérations logiques permettant d'effectuer une opération quelconque. Dans le cas de l'ordinateur de plongée, un calcul particulier.

- **Calculateur en temps réel:** se dit d'un ordinateur de plongée qui, à partir du temps et de la profondeur mesurés, calcule en permanence la quantité d'azote absorbée ou éliminée grâce au modèle mathématique mémorisé dans un composant spécifique.

- **Compartiment:** entité mathématique servant à la modélisation des échanges gazeux dans les calculs d'absorption et d'élimination. Elle représente un groupe de tissus physiologiques qui, en fonction des circonstances, ont, à un moment donné, la même période (sans aucune relation directe avec un tissu particulier du corps humain).

- **Lecteur de table:** se dit d'un ordinateur de plongée qui, à partir du temps et de la profondeur mesurés, effectue une simple lecture de la (ou des) table(s) de plongée mémorisée(s) dans un composant spécifique.

- **Modèle mathématique:** dans le cas de l'ordinateur de plongée, formule mathématique complexe tentant de reproduire par le calcul les phénomènes physiologiques d'absorption et d'élimination de l'azote.

- **Multiprofondeur:** qualificatif définissant le calcul d'une plongée s'effectuant sur plusieurs profondeurs décroissantes, contrairement à celui qui n'utilise que la seule profondeur maximum.

- **Période:** valeur exprimée en minutes caractérisant un compartiment et représentant le temps qu'il lui faut pour atteindre la moitié de sa saturation.

- **Saturation:** la saturation est l'état dans lequel se trouve un compartiment quand il est chargé de la quantité maximum de gaz qu'il peut absorber pour une situation donnée. Dans la pratique, on considère que cet état est atteint au bout de 6 périodes.

- **Tissu:** partie du corps humain composée de cellules ayant la même morphologie et remplissant une même fonction (par exemple, les muscles).