

LES PLONGÉES AUTONOMES

par le Docteur MÉRER

CONDITIONS GENERALES DE LA PLONGEE.

L'approvisionnement en air du plongeur ne résout pas, loin s'en faut, le problème de la plongée. La vie sous-marine a ses lois physiques, bien différentes de celles qui régissent la vie sur terre. Elles ont, pendant plusieurs siècles et jusqu'à une époque très récente, constitué un obstacle infranchissable à la pénétration de l'homme sous l'eau.

Un fait capital : l'importance et la rapidité des variations de pression dans l'eau. A la surface de la terre, le corps humain est soumis à la pression atmosphérique, pratiquement constante et de l'ordre de 1 kg/cm^2 de surface corporelle. Dans l'eau, élément incompressible et huit cents fois plus lourd que l'air, la pression qu'il doit supporter croît très rapidement : de 1 kg/cm^2 tous les 10 mètres.

Dans l'air, il faudrait monter à 5.000 mètres pour réduire de moitié la pression atmosphérique. Sous l'eau, il suffit de descendre à 10 mètres pour la doubler, à 30 mètres pour la quadrupler, à 70 mètres pour la multiplier par 8. Pour donner un ordre de valeur : à 15 mètres, la pression supportée équivaut pratiquement à celle gonflant les pneumatiques d'automobiles.

La survie sous l'eau n'est possible qu'à une condition : la respiration doit se faire sous une surpression gazeuse qui équilibre automatiquement et exactement la pression de l'eau au niveau des poumons du plongeur, plus précisément au sommet de la coupole diaphragmatique. C'est le problème qu'ont résolu les scaphandres lourds classiques et les appareils autonomes.

Le scaphandrier lourd, chaussé de pesantes semelles de plomb, de quelques dizaines de kilogrammes, est emprisonné dans un habit étanche de toile caoutchoutée, coiffé d'un volumineux casque métallique à hublots. L'approvisionnement du scaphandre en air comprimé se fait de la surface par un tuyau relié à un compresseur. Cet appareil, terriblement encombrant et conçu pour la marche sur le fond sous-marin, présente malheureusement, pour les déplacements verticaux, un vice rédhibitoire, conceptionnel, très grave. Il tient à l'importance de la bulle d'air contenue dans l'habit et dont le volume, très instable, tend tout naturellement à varier très considérablement en fonction de la pression de l'eau.

Que la valve d'évacuation d'air située sur le casque reste inopinément fermée, l'habit se gonfle à l'extrême et c'est la remontée en ballon, remontée de plus en plus rapide, susceptible de provoquer les redoutables accidents aéro-emboliques de la décompression.

Que survienne, au contraire, une chute incontrôlée sous l'eau, ou une défaillance brutale de l'alimentation en air du scaphandre, l'habit se plaque étroitement contre le corps par la pression de

l'eau. Le casque métallique rigide, agissant alors comme une énorme ventouse, aspire puissamment la tête et même le corps du malheureux scaphandrier. Les côtes, les clavicules peuvent être fracturées, et c'est, dans les cas les plus graves, un blessé cyanosé, asphyxique et agonisant que l'on retire du scaphandre. C'est le terrible coup de ventouse, ou « squeeze », terreur des scaphandriers.

Tout au contraire, le scaphandre autonome de COUSTEAU-GAGNAN, conçu pour la nage sous-marine, est un appareil très sûr. Il l'a amplement prouvé, actuellement, en effectuant, le plus souvent avec des amateurs, des milliers de plongées sans incident. Universellement répandu, le brevet français est exploité à l'étranger sous de multiples appellations. Le « Cousteau-Gagnan » est l'aboutissant d'une belle lignée d'appareils dont le premier, le « Rouquayrol-Denayrouse », date de 1870.

— *L'utilisation de l'appareil « Cousteau-Gagnan ».*

Avec cet appareil, le plongeur emporte avec lui sa réserve de gaz comprimé à haute pression dans des bouteilles métalliques sanglées sur son dos. Quelle que soit la profondeur, un détendeur à membrane fournit automatiquement aux poumons le mélange respiratoire à la pression requise. Le plongeur inspire l'air par un tuyau caoutchouté, dont il tient l'embout entre les dents. Un autre tuyau d'expiration permet l'évacuation directe dans l'eau de l'air expiré. Ainsi, la pression aérienne dans les poumons équilibrant la pression de l'eau à la surface du corps, celui-ci ne se déforme pas et la respiration se fait sans aucune difficulté.

Lesté d'un peu de plomb pour annuler sa légère flottabilité positive, chaussé de palmes, le plongeur autonome, délivré de tout lien avec la surface, se déplace sans aucune difficulté et avec une étonnante facilité, à la manière des poissons, tête en avant, dans les trois dimensions de l'espace sous-marin.

De tous les gaz respirés sous pression, l'air s'est montré le mieux toléré par l'organisme. Il permet, jusqu'à une profondeur maxima théorique de 90 mètres, l'utilisation du « Cousteau-Gagnan ». Fait paradoxal, l'oxygène, gaz vital par excellence, se révèle très rapidement toxique lorsqu'il est inhalé sous pression. Au-delà de 1 kg,8/cm², ce qui équivaut à une profondeur de 7 à 8 mètres, il entraîne de véritables crises d'épilepsie généralisées, avec pertes de conscience, souvent mortelles.

Aucune loi n'interdit, en France, l'emploi de l'oxygène pur pour la plongée ; c'est une lacune très dangereuse : qu'un amateur, par ignorance, l'utilise, en effet, pour charger son appareil, il s'expose aux risques les plus graves s'il dépasse la profondeur de 7 à 8 mètres.

Une manœuvre capitale pour la plongée : l'équilibration des oreilles, souvent délicate, même pour des plongeurs entraînés, car il suffit d'un rhume banal pour la compromettre passagèrement et empêcher la descente.

On y parvient en pratiquant systématiquement, dès le début de l'immersion, la manœuvre de VALSALVA, consistant à expirer fortement, à bouche et narines fermées, le nez écrasé contre le masque. Ainsi, la trompe d'Eustache s'ouvre et fait communiquer, pour chaque oreille, la petite cavité de la caisse du tympan avec les voies respiratoires supérieures : leurs pressions aériennes s'équilibrent. Sinon, à mesure que vous descendez, le tympan se déforme de plus en plus sous la pression de l'eau ; cela devient

rapidement extrêmement douloureux, vers 8 à 10 mètres. Que vous insistiez davantage, et c'est la rupture du tympan qui peut s'accompagner d'un état de « shock » et de vertiges sérieux, d'origine labyrinthique, dus à l'irruption de l'eau froide dans la caisse du tympan.

— *Les limites pratiques de la plongée.*

Jusqu'à une quarantaine de mètres, un plongeur entraîné, bien équipé, ne court pas de risques. Plus bas apparaît, à une profondeur variable selon les individus, et chez un même sujet suivant sa forme physique, la fameuse *ivresse des profondeurs*, liée à l'inhalation de gaz au-delà de certaines valeurs de pression. On l'attribue généralement à l'azote. Les sujets nerveux y sont plus sensibles que les tempéraments calmes.

Comme l'ivresse alcoolique, celle des profondeurs débute par des phénomènes d'hyperexcitabilité cérébrale :

- troubles sensoriels : vertiges, éblouissements, sifflements ;
- troubles moteurs : maladresse, impulsivité, désordre des gestes ;
- troubles psychiques : altérations du jugement, d'autant plus dangereuses qu'elles s'accompagnent d'une paradoxale impression d'euphorie, de bien-être, entraînant une perte de l'instinct de conservation et pouvant aboutir à des gestes irréparables.

Que vous remontiez, et l'ivresse disparaît rapidement. Vous ne conserverez qu'un souvenir confus de votre séjour au fond. Si vous insistez, au contraire, c'est la perte de conscience, entraînant la noyade.

L'ivresse des profondeurs constitue le principal obstacle physiologique à la pénétration de l'homme en profondeur. Elle limite inexorablement la plongée à air, à la profondeur universellement admise de 90 mètres. Ainsi, la poursuite des records de profondeur est, en l'état actuel des faits, une course au suicide, dénuée d'intérêt. En Septembre 1947, le Premier Maître FARGUES, excellent plongeur de l'équipe Cousteau, est mort à 90 mètres. En Décembre 1953, l'Américain HOPE ROOR a disparu lors d'une descente à 120 mètres. Quelles que soient les capacités physiques d'un individu, il n'y a pas d'exceptions aux lois physiologiques.

— *Le problème de la remontée.*

Plus la profondeur est grande, plus le plongeur consomme d'air et plus son séjour au fond sera court. En admettant à la surface une consommation de 20 litres d'air par minute, cette consommation est portée à 40 litres à 10 mètres, 60 litres à 20 mètres, 100 litres à 40 mètres.

En fin de plongée, lorsque la pression d'air devient insuffisante dans les bouteilles et tombe aux environs de 20 kg/cm², la respiration devient très pénible : on ne peut plus dilater sa cage thoracique. Il est urgent de remonter.

En agissant sur une tirette du scaphandre autonome, on peut ouvrir une petite réserve de gaz qui donne tout le temps voulu pour regagner la surface en quelques coups de palmes.

Au cas où cette manœuvre échoue (il faut compter avec l'incident technique !), il suffit de remonter de quelques mètres pour que la consommation d'air diminue et que, la pression d'eau

diminuant elle-même, l'appareil se remet automatiquement à débiter de l'air faiblement.

Un risque à la remontée : l'embolie gazeuse, due au fait que, pendant la respiration sous pression, le sang et les différents tissus humains dissolvent une énorme quantité de gaz.

Que vous remontiez très rapidement, sans aucune précaution, après un séjour sous-marin prolongé, il risque de se produire dans votre corps le même phénomène que dans un siphon d'eau de Seltz ou une bouteille de champagne que vous débouchez : le gaz dissous sous pression dans le liquide se libère sous forme de bulles — gaz carbonique pour le champagne et l'eau de Seltz, azote pour l'organisme humain. Ces bulles encombrant la circulation, obturant les artères nourricières, peuvent entraîner des syncopes cardiaques, des douleurs osseuses et articulaires, des paralysies multiples, et surtout la terrible ostéonécrose des hanches et des épaules, frappant définitivement les ouvriers des caissons et les scaphandriers.

En fait, pour les plongeurs autonomes, utilisant jusqu'à une quarantaine de mètres la totalité de l'air contenu dans un bibouteille de 2 mètres cubes (la plus grande capacité couramment utilisée), le risque d'accident de la décompression est très réduit. La raison en est simple : le séjour sous-marin n'est pas suffisamment prolongé pour que la quantité de gaz dissoute dans le sang soit dangereuse.

Il est cependant toujours recommandé de ralentir par prudence dans les derniers mètres de la remontée pour éviter la formation de bulles, les tissus organiques se libérant de plus en plus lentement de leur surcharge gazeuse à mesure que l'on se rapproche de la pression atmosphérique.

Le risque d'embolie gazeuse étant essentiellement fonction de la durée du séjour sous-marin, on conçoit facilement que les accidents aéroemboliques de la décompression épargnent généralement les plongeurs autonomes et intéressent électivement les ouvriers des caissons et les scaphandriers dont les séjours sous pression sont beaucoup plus prolongés.

.*

Il serait certainement faux de déduire de ce rapide exposé médical sur la plongée autonome des conclusions pessimistes.

On a dit, et c'est vrai, qu'il n'est pas nécessaire d'être excellent nageur pour plonger. Cependant, l'entraînement à l'eau, et j'y insiste, est un facteur capital. Il conditionne la sécurité du plongeur en développant sa maîtrise et en adaptant son organisme à son nouveau milieu.

Bien sûr, la plongée autonome, comme toute activité sportive, comporte des risques. Mais ces risques, très évitables par l'application de règles simples de sécurité, sont largement compensés par les joies de l'action et de la découverte.

LES PARTICULARITES DE LA PLONGEE DANS NOS REGIONS.

On a beaucoup écrit et beaucoup dit sur la Méditerranée et les mers chaudes et claires ; on a été beaucoup plus discret, et pour cause, sur les plongées dans la Manche et dans l'Atlantique. Peu nombreux sont, en effet, jusqu'à présent, ceux qui se sont aventurés à explorer leurs fonds rocheux, leurs grottes, leurs vastes étendues de sable ou de maërl, leurs immenses taillis de laminaires et de fucus.

Fait paradoxal, à l'époque des Spoutniks et des fusées inter-

planétaires, il suffit de descendre sous vingt mètres d'eau et tout, ou presque, reste à découvrir.

Dans nos mers bretonnes, les plongées sont évidemment plus difficiles qu'en Méditerranée. Elles nécessitent plus d'entraînement, de discipline, de méthode.

Il faut connaître leurs difficultés pour éviter les accidents : ce sont les courants, le froid, la turbidité de l'eau, les conditions météorologiques.

— *Les courants.*

Dans nos mers perpétuellement brassées par les marées, ils constituent à mon avis le risque principal, que tout plongeur doit avoir toujours présent à l'esprit. Pour un endroit déterminé, ces courants sont éminemment variables, en puissance et en direction, selon le jour et l'heure.

Courants surtout forts dans les estuaires comme ceux de la rivière de Morlaix, ou de la Penzé, ou dans la rade de Brest, particulièrement en période de grande marée.

C'est alors une chose particulièrement impressionnante de constater cette extraordinaire puissance des courants sous-marins couchant sur le fond les longues lanières des algues, soulevant et tendant, à la faire vibrer, la corde lourdement lestée à laquelle vous devez vous cramponner, et emportant irrésistiblement à sens unique tout un univers silencieux : poissons, méduses, algues et larves de la microfaune et de la microflore pélagique.

Même un courant faible est dangereux car, si vous n'y prenez garde, il peut vous déporter considérablement de votre route. N'oubliez pas que votre poids étant pratiquement nul dans l'eau, vous êtes entraîné aussi facilement qu'une plume.

Résister, lutter contre le courant nécessitent des efforts violents particulièrement pénibles et dangereux en plongée. Pénibles, parce que le poids de l'air respiré augmente avec son degré de compression : un litre d'air pèse 1 gr. 3 à la pression atmosphérique, et 13 gr. à 90 mètres, sous 10 kg. de pression d'eau. La ventilation forcée des poumons entraîne une gêne très sensible pour le plongeur qui va s'essouffler très rapidement. Dangereux, car tout effort musculaire violent est générateur de gaz carbonique en excès, qui va s'accumuler dans le masque et les tuyaux.

La seule solution est d'éviter les courants et, pour ce, de limiter les plongées aux étales de basse ou de haute mer. Dans ce dernier cas, les quelques mètres d'eau supplémentaires n'ont guère d'importance pour le plongeur. En commençant à plonger trois quarts d'heure à une demi-heure avant l'étable, vous disposez ainsi, en toute sécurité, du temps nécessaire. Mais c'est une chose à bien calculer, sur la table des marées, en tenant compte, s'il y a lieu, du décalage existant entre la renverse des courants au large et près des côtes.

— *Le froid.*

Nos mers ont la réputation, d'ailleurs méritée, d'être fraîches. La température oscille lentement, suivant un rythme saisonnier de 7-8 degrés vers Février, à 15-16 degrés en Septembre. En Décembre, la température est encore en moyenne de l'ordre de 10 degrés (mesures prises au large).

L'entraînement augmente considérablement la résistance du sujet au froid. La plupart de nos plongeurs terminent leur saison

en Novembre et la reprenne en Avril ; certains même continuent à pratiquer toute l'année.

Il est cependant indispensable de prendre un certain nombre de précautions pour éviter les accidents par l'eau froide. Tout le monde connaît la dramatique congestion du baigneur. Ce terme de congestion, actuellement démodé, ne correspond d'ailleurs pas à la majorité des faits. Le plus souvent, il n'y a pas congestion, mais syncope brutale avec arrêt complet des mouvements cardiaques et respiratoires, à la suite d'un réflexe bulbaire provoqué par l'immersion dans l'eau froide. Ce phénomène analogue à l'électrocution a, pour cette raison, été qualifié d'hydrocution par le Médecin Colonel LARTIGUES, Directeur du Centre Militaire Médico-Sportif d'Antibes.

Il est expressément conseillé, lorsque la température de l'eau est inférieure à 20 degrés centigrades, de revêtir un habit de plongée pour se protéger le bulbe et la moelle épinière, centres des réflexes vitaux.

Il existe toute une gamme de vêtements isothermes qui permettent les plongées en eau froide dans des conditions satisfaisantes de confort et de sécurité. Les uns, en caoutchouc mince, parfaitement étanches, ont l'avantage de permettre de s'équiper en sous-vêtements secs. L'inconvénient est que, très vite, la pression les plaque étroitement au corps. Au-delà de 15 mètres, les gestes du plongeur deviennent, de ce fait, assez pénibles.

Un autre type de vêtement convient mieux, à mon sens, à la plongée profonde. Il est semi-étanche, en caoutchouc mousse, mauvais conducteur de la chaleur. L'eau pénètre entre cet habit et la peau. Elle y reste emprisonnée — ce qui évite le placage. Elle s'y chauffe rapidement, et le plongeur baigne dans une mince couche d'eau tiède.

Quel que soit le type d'habit isothermique, il doit toujours comporter un bonnet solidaire pour protéger la tête et la nuque, centres vitaux essentiels. C'est une condition primordiale de sécurité.

— *La visibilité en plongée et la turbidité de l'eau.*

La visibilité en plongée est conditionnée par la profondeur et par la turbidité de l'eau.

1. LA PROFONDEUR. — L'eau se comporte, vis-à-vis de la lumière solaire, comme un filtre sélectif : elle laisse passer inégalement ses différentes radiations. Les radiations rouges, orange, jaunes et violettes sont rapidement arrêtées ; seules les radiations vertes et bleues persistent dans les couches profondes. Ainsi, à partir de 5 à 10 mètres, vous baignez dans un monde monochrome. Tout est gris-vert, bleu-vert, brun-vert, même le sang qui s'échappe en volutes de votre blessure si vous vous êtes écorché.

La baisse rapide de la lumière, à laquelle la pellicule photographique est extrêmement sensible, est cependant progressive, sans variation violente. C'est la raison pour laquelle l'œil, ce merveilleux instrument d'optique, s'y adapte étonnamment. On voit habituellement encore clair vers 25-30 mètres. Dans certaines zones privilégiées, éloignées des estuaires — comme la côte nord de l'île de Batz — où par temps calme l'eau est particulièrement limpide, la visibilité reste belle par 40 mètres de fond.

La lumière sous-marine est diffuse ; réfractée par le verre dépoli des vagues toujours renouvelées, réfléchi par les innom-

brables particules en suspension, elle vient de partout, aussi bien du fond que de la surface. C'est une lumière étonnamment douce, mais plate. Il n'y a pas d'ombres.

2. LA TURBIDITÉ DE L'EAU. — Du fait de leur richesse planctonique et de leur brassage perpétuel par les marées, les eaux de la Manche et de l'Atlantique sont évidemment bien loin d'avoir la limpidité des eaux méditerranéennes.

Aussi l'horizon sous-marin est-il toujours plus ou moins étroitement limité par l'importance du brouillard constitué par d'innombrables particules en suspension. Que vous plongiez dans un estuaire comme celui de la rivière de Morlaix, entre le Château du Taureau et l'île Louet, ou plus en amont, du côté de la Barre des flots, votre champ de vision est réduit au minimum : 4 mètres, 3 mètres, parfois deux. Il peut s'annuler pratiquement en période de grande marée, tant est grande la turbidité de l'eau qui contient en suspension : sable, débris animaux et végétaux, et tout le constituant planctonique : algues microscopiques, innombrables filaments de mucus détachés des grandes laminaires, petites méduses urticantes, larves et œufs gélatineux ou phosphorescents, réalisant parfois une véritable purée vivante, s'apparentant, par la couleur, au potage aux épinards.

Hormis ces cas extrêmes, on dispose cependant fréquemment, dans la Manche, d'un champ de vision de 7 à 10 mètres de rayon ce qui, somme toute, est satisfaisant. A cette limite, la vue se heurte à un mur gris-vert, opaque, qui dissimule rapidement au plongeur évoluant en pleine eau, la surface et le fond.

Assez exceptionnellement, cette limite recule à 15-20 mètres, loin des estuaires, par temps calme, en période de morte eau.

— Conditions météorologiques.

La Bretagne possède une assez remarquable instabilité météorologique qui réduit à néant, bien souvent, les plus beaux projets de plongée.

Il ne faut pourtant pas généraliser. Je pense à ces belles journées d'été, radieuses et calmes, où, dès le matin, les rayons du soleil, déjà chauds, dissipent rapidement les flocons de brume qui recouvrent une mer lisse comme un miroir ; cette brume légère, prometteuse de beau temps, que les Bretons appellent « Boued Eol » (nourriture de soleil). Ces jours, la sérénité de la nature s'étend au monde sous-marin.

LES IMPRESSIONS DU PLONGEUR.

L'émotion bien légitime des derniers préliminaires contraste avec l'agréable impression de détente, d'irréalité et de rêve, ressentie par le plongeur dès le début de l'immersion. Cela tient aussi bien à la surnaturelle facilité de ses évolutions qu'à l'étrange et puissante sensation de dépaysement. Simplement séparé de vous par quelques mètres d'eau, le monde aérien vous paraît tout de suite très éloigné. Tout est étonnamment calme et silencieux. Seul bruit : le chuintement de votre détendeur rythmant votre respiration.

L'adaptation à la nage sous-marine est parfaite. Quelques battements de palmes et vous évoluez aussi facilement qu'un poisson, sans effort, dans toutes les dimensions de l'espace sous-marin. Bien mieux, vous pouvez utiliser vos poumons comme une vessie natatoire ; que vous expiriez fortement, votre corps,

diminuant de volume, s'alourdit : sans un mouvement, vous descendez doucement ; inversement, que vous dilatiez votre cage thoracique par une ample inspiration, vous tendez automatiquement à remonter.

L'annulation pratique de la pesanteur par la poussée d'Archimède met le plongeur dans la situation du futur voyageur de l'espace intersidéral.

Sensation extraordinaire en vérité, qui se teinte parfois d'un peu d'angoisse lorsque, plongeant en eau profonde, vous êtes perdu entre fond et surface, et que votre vue se heurte partout au mur vert.

Manquant du moindre repère solide et fixe, privé de toute sensation tactile ou cénesthésique, baigné dans cette étrange clarté, vous perdez facilement le sens de votre position, ne sachant trop si vous avez la tête ou les pieds en bas, si vous êtes sur le dos ou sur le ventre, si vous montez ou vous descendez. Une seule indication : les bulles d'air qui montent régulièrement de votre détenteur vers la surface comme des ballons d'argent de plus en plus volumineux.

Fait curieux, lorsqu'au terme de ce voyage dans l'espace sous-marin le fond surgit vers vous, pas toujours très engageant avec ses trous sombres et ses pics rocheux couronnés d'algues brunes, vous éprouvez alors, malgré tout, une assez paradoxale impression de sécurité. Le fond est rassurant pour le bipède terrestre, instinctivement heureux de retrouver le sol.

Méfiez-vous cependant, même au fond, de votre sens de l'orientation. D'abord à cause de la limitation de votre horizon et du manque fréquent de repère suffisant, ensuite à cause d'une certaine perturbation dans le fonctionnement de vos canaux semi-circulaires qui tend à vous faire dévier à droite ou à gauche, alors que vous êtes persuadé suivre une ligne droite. Cela tient à l'équilibration souvent différente de vos deux oreilles. Il est toujours sage d'apporter avec soi une boussole ou de se guider sur une corde lestée déroulée sur le fond.

Les bruits sont bien transmis dans l'eau. Vous pouvez crier ou fredonner un air dans l'embout de votre appareil, très fausement d'ailleurs, car votre voix dans l'air comprimé a un timbre strident, métallique, particulièrement insolite.

Qu'un bateau à moteur passe dans le voisinage, vous percevez très nettement le grésillement de l'hélice. Le bruit vous paraît curieusement rapproché. C'est presque une impression tactile, analogue à la roulette du chirurgien dentiste ; et c'est assez désagréable.

Un autre fait mérite d'être noté : la difficulté d'effectuer correctement sous l'eau une série d'actes, même simples comme par exemple armer un appareil photographique, faire la mise au point, viser... Aux plongeurs courantes, on ne peut incriminer une intoxication par les gaz comprimés. Il s'agit certainement d'une conséquence du dépaysement. Il est assez naturel qu'il soit plus difficile de concentrer son esprit dans un univers à trois dimensions, où l'attention est sollicitée et dispersée par de multiples causes d'excitation.

La plongée entraîne bien souvent, avec une certaine lassitude physique, bien naturelle, une agréable impression de bien-être et de détente : le fait est bien connu des plongeurs.

Heureux effets de la plongée, qui satisfait aussi bien le corps que l'esprit en associant à l'action sportive l'intérêt et les joies de l'aventure et de la découverte.