



Bernard Gardette

“En matière de décompression, la vérité n'est pas téléchargeable.”

La disparition récente de Pénélope Glover et d'un de ses élèves s'ajoute à la liste déjà longue des victimes d'accidents de plongée en recycleur trimix. Ce type de matériel est-il en cause? Son utilisation trop extrême pousse-t-elle à la faute? C'est précisément ces questions que nous avons posées au physiologiste Bernard Gardette, directeur scientifique de COMEX et spécialiste incontesté des procédures de décompressions les plus pointues.



Propos recueillis par Pierre Martin-Razi.

Pierre Martin-Razi. *Vous avez assez vivement réagi à la lecture de l'article du docteur André Grousset publié dans le n° 204 de Subaqua et qui relatait la disparition de Penny Glover. Et vous avez éprouvé la nécessité de vous exprimer dans les colonnes de la revue fédérale. Pourquoi?*

Bernard Gardette. Le triste décès de Penny Glover a constitué un facteur déclenchant, la goutte qui fait déborder le vase. Je ne dispose pas de statistiques précises mais nous en sommes aujourd'hui à près d'une trentaine de morts, victimes d'accidents alors qu'ils plongeaient avec des recycleurs au trimix de type *Buddy Inspiration*. Ce chiffre appelle un certain nombre de réflexions. Dans ce domaine très pointu, l'expérience est militaire. La Marine nationale a effectué des études poussées sur le sujet. En vingt ans, 96 accidents ont été répertoriés pour des utilisateurs de recycleurs de tous types. Environ 60 % de ces accidents sont biochimiques (40 % d'hypercapnie et, à parts égales, 60 % d'hyperoxie et d'hypoxie). On relève des barotraumatismes pulmonaires et 15 % d'accidents

de décompression. Ces derniers accidents ne surviennent, évidemment, jamais avec des appareils à oxygène pur. Ils apparaissent avec des nitrox pour une profondeur souvent supérieure à 35 m et il est intéressant de constater qu'aucun accident de décompression n'est à déplorer avec des appareils à mélanges ternaires (O₂-H₂-He) dans la tranche des 60-80 m... Je n'en tire pas de conclusions définitives car il faut se garder de comparer ce qui n'est pas comparable mais admettons que si la Marine ne déplore pas d'accident, c'est sans doute parce que les procédures de plongées mises en place sont d'une rigueur extrême. Tant sur le plan de la logistique que des profils de décompression...

P. M.-R. *Faut-il en déduire que le Buddy Inspiration est un appareil dangereux?*

B. G. Objectivement, rien ne le prouve. Et la COMEX n'est pas spécialiste de la question même si nous avons mis au point un recycleur de secours lors de l'opération *Hydra VIII*. Ce *Bell Out System*, le *Bos*, permettait à des plongeurs de

disposer d'une autonomie de 20 minutes à une profondeur de 500 m contre 2 minutes avec de simples blocs. L'appareil a été validé à 530 m et a couramment été utilisé entre 220 et 340 m dans les années quatre-vingt-dix au Brésil. Il n'est plus d'actualité aujourd'hui. Cela dit, ce recycleur comme ceux de la Marine sont de type mécanique alors que le *Buddy* est de type électronique avec tous les *aléas* que cela implique. Cette réserve doit cependant être tempérée par la redondance des circuits. Les capteurs d'oxygène, par exemple, sont triplés et la fiabilité du *Buddy Inspiration* n'est apparemment pas en cause... Tout au moins dans sa conception et la qualité de sa fabrication. C'est plutôt dans sa mise en œuvre et son utilisation que l'on doit chercher...

Il y a une différence fondamentale entre la plongée professionnelle civile et la plongée de loisir. Cette dernière n'est pas dirigée depuis la surface alors que dans le premier cas, l'arrêté de 1974 impose cette précaution. On utilise pour cela des systèmes de communication, la vidéo, les



Rov... La décompression comme les réserves de gaz sont gérées, elles aussi, depuis la surface. Cette obligation a considérablement augmenté la sécurité des plongeurs mais elle n'est pas applicable à la plongée autonome. Le contre-exemple des corailleurs, des professionnels qui font exception à la règle de direction depuis la surface est, à ce sujet, éloquent. Les disparitions sont nombreuses... Quant aux militaires, nous l'avons dit, leurs procédures, la sangle de détenteur notamment, et l'obligation de plonger en binôme sanglé contribuent à l'amélioration de la sécurité. Sur les 96 accidents évoqués, seuls 3 décès sont à déplorer dont deux à l'O₂ pur et un au trimix au-delà de 80 m. Cela représente 1 décès sur 200 000 expositions, ce qui en termes purement statistiques est vraiment très faible...

P. M.-R. Ces accidents sont-ils liés aux mélanges proprement dits?

B. G. Il est difficile de se prononcer pour l'ensemble des accidents mais dans le cas de celui qui a frappé Penny Glover et son élève, ni la nature du trimix, ni le contrôle ne sont mis en cause. Par contre trois sources peuvent être à l'origine de la survenue.

Un problème matériel évidemment mais nous l'avons vu, c'est assez peu probable alors que les plongeurs sont arrivés au palier de 6 m. Même si la Marine est réticente dans l'adoption d'un recycleur trimix électronique malgré les avantages qu'il présente, on peut écarter l'hypothèse...

La deuxième cause peut venir d'un problème de formation. Ce n'est pas pour rien qu'à l'Institut National de Plongée Professionnelle, les formations aux recycleurs sont assurées par des instructeurs de la Marine. Certains centres de formation destinés aux plongeurs de loisirs sont sérieux, d'autres moins. Je pense que pour être performant dans ce domaine, il faut sortir de sa "bulle" de plongeur amateur. Il faut avoir été confronté à d'autres réalités que la plongée récréative, comme disent les Anglo-saxons parce qu'avec un recycleur trimix nous en sommes vraiment éloignés... Penny Glover était considérée comme une très

bonne plongeuse. Je suis malgré tout sidéré par les paramètres de son ultime plongée. Quarante minutes à quatre-vingts mètres constituent une erreur majeure de la part d'une personne aussi compétente, surtout avec un élève. Ces valeurs restent à confirmer mais si elles sont avérées, alors la cause initiale de ses deux disparitions est probablement trouvée.

P. M.-R. C'est-à-dire?

B. G. Cela m'amène naturellement à la



La mise en place, sur le terrain, d'appareils à détecter les bulles fournirait d'inestimables données pour l'amélioration de la sécurité des plongeurs. C'est un des vœux de Bernard Gardette.

troisième cause possible des accidents, sans doute la plus probable dans la majorité des cas: la procédure et le profil de la décompression. En théorie et parce qu'il délivre un mélange à PpO₂ variable, le recycleur trimix électronique optimise parfaitement la plongée. Vu comme cela, ce type d'appareil constitue même une sorte d'arme absolue. Paradoxalement, le revers de la médaille réside dans les incroyables performances de ces appareils. Leur autonomie est telle que le plongeur rentre dans des procédures de décompression pas toujours maîtrisées.

P. M.-R. Les plongeurs ne respectent-ils pas les procédures de décompression?

B. G. A priori non, sauf incident. À ce niveau, on peut considérer que les plongeurs sont techniquement capables de gérer leur remontée, vitesse et paliers. Tout le problème vient des tables utilisées... Tant que l'on reste dans des durées n'excédant pas quinze minutes à 80 mètres, il n'y a pas de pro-

blème. Les tables MN 78 sont parfaitement adaptées et elles sont disponibles dans *Physiologie et médecine de la plongée* de B. Broussolle publié chez Ellipses. Au-delà de ces quinze minutes, c'est une autre affaire...

P. M.-R. Il n'y a pas de tables disponibles pour des durées supérieures?

B. G. Bien sûr que si. Mais certaines sont dangereuses! Je ne donnerai qu'un exemple. Pour une durée de 40 minutes à 80 m, la table HélioX ministère du Travail (MT 92) donne 4 heures 2 minutes de

pense que la majorité des disparitions avec les recycleurs trimix provient de ça. Une profondeur importante, un séjour au fond beaucoup trop long et des paliers insuffisants dans la zone des 9, 6 et 3 mètres. J'ai en tête l'exemple d'un plongeur qui a fait un accident gravissime après 20 minutes passées à 100 m. Une telle plongée nécessite 3 heures de décompression avec les tables du ministère du Travail de 1992, et à peu près la même chose avec les tables IANTD extrapolées. Ce plongeur avait effectué seulement une heure trente de décompression en



décompression. Pour ces mêmes paramètres, on trouve des tables sur internet, en provenance des USA, qui donnent seulement 2 heures de remontée! La différence n'est pas de quelques minutes mais du simple au double. C'est déraisonnable, d'autant plus déraisonnable que la différence ne se joue pas lors de la remontée initiale, un peu trop lente dans les tables incriminées, mais dans les derniers paliers effectués sous oxygène pur. Manquer presque deux heures de paliers à 6 et 3 m, quelle folie!

P. M.-R. Si l'on suit bien votre raisonnement, les plongeurs feraient donc des accidents de décompression à l'azote et non pas à cause de l'hélium?

B. G. Exactement. La faible vitesse de remontée du fond s'impose pour éliminer l'hélium mais en remontant trop lentement on sature encore en azote. Et si l'on shunte une partie de la déco aux derniers paliers, c'est l'accident... Je

pêchant sur le Net la procédure issue d'un logiciel de calcul américain. Résultat, une bulle cérébrale avec séquelles importantes à la clef... Il faut bien se convaincre que la vérité en matière de déco n'est pas téléchargeable!

P. M.-R. Ce serait donc l'erreur qui aurait été fatale à Penny Glover?

B. G. Hélas... On peut le penser. Penny était une bonne plongeuse qui se connaissait bien et il est très probable qu'elle n'a pas eu le problème déclencheur. Ce n'était pas le cas de son élève... Les conditions n'étaient pas idéales, le courant fort, la dérive importante...

Au moment de l'accident, le binôme se trouvait à cinq cents mètres de son lieu de plongée... On peut imaginer que le palier n'était pas une partie de plaisir... C'est très certainement son élève qui a dû faire un malaise. On le sait car elle l'a allégé en lui retirant les bouteilles de secours d'O₂ et de mélange fond, im-



sées par la procédure de *Buddy Inspiration* et qui l'alourdissait. Était-ce un malaise dû à la fatigue, à un accident de décompression ? Sans doute les deux... Je rappelle qu'avec un recycleur, il faut compenser la flottabilité du faux poumon et qu'en cas de malaise, le plongeur coule. Penny a dû vouloir le rattraper, n'a pas eu le temps de purger son circuit de l'O₂ qu'elle respirait et a dû faire une crise hyperoxique... La survenue peut être très rapide. Nous n'en sommes qu'au stade des suppositions mais le scénario est plausible.

P. M.-R. *Incriminer des tables de plongées proposées sur le Net quand aucune n'est disponible officiellement sur le marché français, n'est pas un peu facile ?*

B. G. C'est en effet un vrai problème de conscience. Je signale malgré tout que les tables fournies par *Buddy* sont tout à fait valables dès lors que les temps de plongée sont courts. Je le répète, vers 80 mètres, tout le problème vient des durées au-delà de 15 minutes. Globalement aussi, il faut être conscient que plus on descend profond et plus le risque augmente...

P. M.-R. *Justement, en termes statistiques, a-t-on une idée des risques d'accidents encourus avec les différentes tables existantes ?*

B. G. Jean-Pierre Imbert, lorsqu'il travaillait pour la COMEX, s'était livré à une étude poussée sur le sujet. Le plongeur doit savoir qu'il faut considérer la masse de gaz à éliminer, une grandeur qui est fonction de la profondeur et de la racine carrée du temps passé au fond. L'organisme devra éliminer ce gaz et par nature, il a ses propres limites physiologiques. Il lui faut du temps et on ne peut pas le réduire impunément. Les tables que l'on peut télécharger comme les *Varying Permeability Model* (VPM) ou *Reduce Gradient Bubble Model* (R_{GBM}) correspondent à des temps de décompression que nous proposons il y a plus d'une trentaine d'années. Le risque était alors évalué à 10 pour 100. Avec les tables COMEX actuelles, quels que soient le temps et la profondeur, nous avons divisé ce chiffre par 10, soit moins de 1 pour 100 de taux d'accidents. À titre de comparaison,

en plongée à l'air de loisir, nous sommes dans un ordre de grandeur voisin de 1 pour 10000 voire 1 pour 100000 lors des plongées effectuées dans la courbe de sécurité... Dès que l'on entre dans les plongées de 20 à 30 minutes à 40 mètres, on tombe à 1 pour 1000 et pour 20 minutes à 60 mètres nous retrouvons le ratio de 1 pour 100 identique aux tables trimix que nous proposons actuellement... Pour résumer, il faut rester raisonnable et se contenter de plonger moins de 20 minutes à 60 mètres à l'air et, au trimix, moins de 15 minutes à 80 mètres. Dix minutes de plus sont un prix à payer énorme en terme de décompression. Le docteur Éric Bergman a d'ailleurs constaté que le nombre des plongeurs tek traités pour un ADD a été très élevé au cours de l'été 2005...

P. M.-R. *Vous évoquez à titre de comparaison les problèmes liés à la profondeur et à la durée en plongée à l'air. Aujourd'hui pourtant tous les plongeurs possèdent un ordinateur de décompression...*

B. G. Oui mais ces ordinateurs ne sont pas adaptés aux plongées extrêmes. Pour 20 mi-

nutes à 60 mètres, ça passe encore, au-delà les indications n'ont plus de sens. Dans cette situation, les modèles haldaniens nécessitent des tissus très longs que n'intègrent pas les ordinateurs et l'on retrouve les limites d'élimination physiologiques déjà évoquées...



P. M.-R. *Revenons aux recycleurs et au trimix. Puisqu'ils nous autorisent des plongées profondes pourquoi ne pas diffuser les tables validées qui mettent véritablement le plongeur en sécurité ?*

B. G. C'est une question de responsabilité qui ne se serait sans doute pas posée voici une dizaine d'années. Tout le problème vient de l'absence de contrôle de l'utilisation qui en sera faite. Une table, c'est un tableau de marche et cela ne conditionne pas toute la sécurité de la plongée. Et diffuser officiellement des tables, c'est officiellement engager sa responsabilité. La Marine s'y refuse et COMEX, après avoir hésité, a donc dû renoncer. On peut effectivement plonger 40 minutes à 80 mètres en sécurité mais il faut y mettre des moyens énormes qui s'accordent assez mal avec la plongée

de loisir. Croire qu'un recycleur est la panacée, comme on a pu l'entendre dans une émission diffusée sur La Cinq, constitue une grave erreur. Cela dit et à titre personnel, je suis prêt à donner les tables mais il me faut connaître les plongeurs qui les utilisent, connaître leurs motivations, avoir confiance. Je l'ai déjà fait pour quelques-uns dont Pascal Barnabé dans le cadre de sa plongée record. Je l'avais prévenu du caractère suicidaire de l'entreprise mais il était si déterminé qu'il y serait allé de toute façon. C'est un plongeur hors normes... Alors, autant garantir sa sécurité au maximum...

P. M.-R. *Vous êtes donc opposé à l'utilisation du recycleur trimix ?*

B. G. Non, bien au contraire. C'est un formidable outil pour les Pro mention B, les cinéastes, les biologistes, les archéologues qui planifient et organisent rigoureusement leurs plongées. Mais il faut bien garder en tête que les exceptionnelles performances du recycleur peuvent se retourner contre celui qui l'utilise. En plongée la limite, c'est l'homme et les amateurs doivent se cantonner à des plongées courtes, qui ne nécessitent pas des temps de décompression excessifs.

P. M.-R. *Les plongeurs peuvent donc vous contacter ?*

B. G. Oui bien sûr. Voici quelques mois la FRESSM a entrepris une démarche dans ce sens. Nous avons alors souhaité qu'une étude soit lancée. Nous disposons de détecteurs de bulles Doppler, compacts et très simples d'utilisation. Développés par Jean-Claude Dumas d'Aqualab System, ils coûtent seulement 1500 €. Leur mise en place sur le terrain nous permettrait d'affiner nos travaux. Avec une étude sur une dizaine de plongeurs, on sait déjà parfaitement si l'on se situe dans la tranche des 1 pour 100, des 1 pour 1000 ou des 1 pour 10000. Bref, on sait si l'on se situe dans le cadre d'une plongée à risque ou pas. Ce serait une manipulation pertinente dans le cadre de la plongée au trimix pratiquée par des plongeurs sportifs et pour laquelle nous manquons de données... ■



Recycleur de type électronique, le Buddy Inspiration possède des circuits triplés qui en font un matériel fiable. C'est plus dans son utilisation qu'il faut chercher la cause possible des accidents.

Contact Bernard Gardette
<comex sa@comex.fr>