

► RÉDUIRE LE RISQUE D'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION CHEZ 30 % DES PLONGEURS



Richard Vial est BEES 2, cogérant du Centre international de plongée de Nice. Il travaille depuis 1983 dans la plongée sous-marine et, avec près de 20 000 plongées à son actif, il a connu bien des évolutions en matière de matériel, de technique et de pédagogie. En parallèle de ces mutations, la plongée est maintenant à la portée d'un très large public avec un nombre grandissant de pratiquants et c'est tant mieux. Depuis quelques années, il a la chance de travailler en partenariat avec Andréas Kauert, chef de service du centre hyperbare de l'hôpital Pasteur à Nice. Ainsi, chaque saison en décembre, il intervient dans le cadre de la préparation du (DIU) diplôme interuniversitaire de médecine subaquatique et hyperbare pour tout ce qui concerne la spécificité de la plongée, le caisson n'étant utilisé qu'à environ moins de 2 % pour les accidents de notre activité (à Nice en 2017 : 11 260 recompressions thérapeutiques dont 161 séances pour les accidents de plongée). Il bénéficie donc des dernières informations sur les progrès de la recherche hyperbare. Statistiquement bien des accidents bio-physiques ont pour origine un shunt droite-gauche. Richard Vial et le docteur Andreas Kauert reviennent sur le sujet et nous donnent quelques conseils de bonne pratique. Photos DR.

> Qu'est-ce qu'un shunt droite-gauche ?

Un shunt droite-gauche est défini comme une communication entre la circulation veineuse de retour et la circulation artérielle de distribution. Le plus fréquent des shunts droite-gauche est le foramen ovale perméable (FOP) situé entre les deux oreillettes cardiaques. Des shunts droite-gauche pulmonaires peuvent aussi exister. Depuis 30 ans, les statistiques montrent que la présence d'un FOP est très souvent retrouvée après exploration des plongeurs ayant été victimes d'accidents de décompression vestibulaires, cérébraux, cutanés et médullaires.

> Le foramen ovale perméable

Communication anatomique au niveau de la cloison interauriculaire (entre les deux oreillettes cardiaques). Ce shunt est physiologique avant la naissance, au cours de la vie intra-utérine : le passage de sang oxygéné depuis la veine ombilicale et la veine cave inférieure court-circuite la circulation pulmonaire (le poumon n'est pas encore fonctionnel) en direction de l'oreillette gauche. À la naissance, le régime pressionnel intracardiaque s'inverse et entraîne une fermeture « fonctionnelle » du shunt au niveau du foramen ovale. Puis, du fait de la croissance en taille du ventricule gauche et de l'augmentation des pressions dans l'oreillette gauche, le foramen ovale se ferme, dans un premier temps de façon fonctionnelle, puis se met en place une fermeture fibreuse. Dans un certain nombre de cas, cette fermeture du foramen ovale ne se fait pas et on parle alors de foramen ovale perméable (FOP). Le FOP est le shunt droite-gauche le plus fréquent puisqu'il s'agit d'une « variante anatomique » qui concerne 25 à 30 % de la population et donc 25 à 30 % des plongeurs (pratiquement 1 sur 3).

> Quelle est l'implication du FOP dans la survenue des accidents de décompression ?

Les études rétrospectives d'accidents de décompression objectivent la présence d'un FOP dans 80 +/- 5 % des cas d'accidents de décompression formes cérébrales, vestibulaires et cutanés et dans 50 +/- 5 % des cas d'accidents médullaires. Ces valeurs sont statistiquement parlantes pour pouvoir établir un lien de causalité entre la présence d'un FOP et la survenue d'un accident.

> Comment expliquer ces chiffres ?

Lors de la plupart des plongées « loisir » la présence de bulles ou de microbulles en fin de plongée et après la sortie de l'eau est constante. Le poumon joue alors son rôle de filtre à bulles entre la circulation veineuse (chargée de bulles) et la circulation artérielle. La « variante » anatomique que représente le FOP, présente chez environ 30 % des plongeurs, permet aux bulles d'éviter, de « shunter », le filtre pulmonaire et de se retrouver dans l'oreillette gauche, puis dans le ventricule gauche. Lors de la contraction cardiaque ces bulles seront expulsées du ventricule gauche et, en passant par l'aorte, elles vont pouvoir se bloquer dans des organes tels que le vestibule, le cerveau et la moelle épinière provoquant alors un accident de décompression. Pour qu'une bulle dans l'oreillette droite passe dans l'oreillette gauche plusieurs conditions sont nécessaires. Il faut la présence d'un FOP, il faut la présence de bulles en face du FOP et, pendant que cette ou ces bulles sont en face du FOP, qu'une inversion des gradients de pression se produise (en temps normal les pressions sont plus fortes dans le cœur gauche).



Richard Vial et le docteur Andreas Kauert : quelques conseils pour une plongée plus sûre.

> Que pouvons-nous faire pour limiter le risque d'accident chez 30 % des plongeurs ?

Nous pouvons agir sur deux versants. Le premier est celui de la production de bulles et le deuxième est celui de l'ouverture du FOP et de l'inversion des gradients de pression. La production de bulles est intimement liée à la courbe de plongée. Profondeur, durée, plongée successive, pratique de « yoyo », efforts pendant la plongée... sont des facteurs favorisant la présence de bulles. L'ouverture d'un éventuel FOP et de l'inversion des gradients de pression cœur droit/cœur gauche sont fortement induits par certaines pratiques : manœuvre de Valsalva à la remontée (inutile !), efforts physiques à la sortie de l'eau et après la plongée, efforts de poussée après plongée chez un plongeur constipé, efforts de vomissements, toux, étournelements... Bien évidemment, l'état physiologique du plongeur est aussi un facteur pouvant fortement influencer le risque d'accident de décompression.

> Alors, que faire ?

Même si nous ne voulons pas limiter notre pratique subaquatique aux profils de plongée peu générateurs de bulles (profils « low bubble » ou « no bubble ») nous pouvons facilement limiter les facteurs de risque d'ouverture de FOP avec passage artériel de bulles. Un des premiers efforts physiques importants que fait une grande majorité de plongeurs dès la sortie de l'eau est la remontée à l'échelle, bouteilles, ceinture de lestage et équipement sur le dos. Cet effort intense, certes très court, est à l'origine de l'ouverture d'un éventuel FOP et d'une inversion des gradients de pression entre cœur gauche et cœur droit. 30 % des plongeurs ont un FOP sans le savoir et chez ces 30 % là, la pratique de sortie à l'échelle avec équipement majeure fortement le risque d'accident de décompression.

> Le point de vue du moniteur

En tant que professionnel de la plongée et responsable de la sécurité dans sa structure, Richard Vial s'est donc efforcé, dans un but préventif, de modifier certains protocoles enseignés depuis des décennies. Le public rencontré n'est pas toujours jeune, en grande condition physique, pas toujours sportif et n'a pas tou-



Une manière de remonter sur le bateau qui donne le sourire : équipement ôté et masque enlevé.

jours une physiologie (analyses biologiques) exempte de tout reproche : excès de triglycérides ou cholestérol par exemple (agents réducteurs de la circulation sanguine transportant l'azote dissout) ou autre problème d'hypertension.

> La problématique de l'effort de sortie de l'eau

Que ce soit par une échelle ou par un effort de poussée du matériel pour remonter sur un pneumatique, les conséquences sont les mêmes. Dès qu'un plongeur a rejoint la surface, il revient à la gravité, l'organisme se remet en mode « terrien » au niveau de la circulation sanguine et aussi au niveau de la ventilation qui redevient nasale au repos. En fait, le plongeur, nous le savons tous, n'en a pas terminé avec sa décharge en N2 et il doit continuer à éliminer confortablement le gaz neutre après sa plongée. Le fait de faire cet effort de remontée à ce moment « crucial » avec un masque sur le visage (nez fermé) et un détendeur en bouche va contribuer à augmenter la pression dans l'oreillette droite et, dans 33 % des cas, ouvrir un éventuel FOP. Le détendeur malgré sa technologie nettement améliorée encore ces dernières années reste confortable seulement utilisé dans l'eau (compensation hydrostatique). Hors de l'eau, il est inutile car il ne permet pas une bonne élimination de l'azote d'autant plus que le plongeur est en train de remonter alourdi par tout son matériel et son lestage.

Alors, voilà le problème n° 1, depuis toujours nous enseignons que nous devons remonter avec masque en place et détendeur en bouche, car en cas de chute, le plongeur aura son matériel fonctionnel, quel que soit l'état de la mer. Ce protocole trouve son origine dans le passé lorsque la majorité des plongeurs n'avait pas encore de bouée collerette (exceptés les 2^{es} échelons). Cette façon de procéder était donc légitime vis-à-vis du matériel et le mécanisme de l'ouverture du FOP n'était pas connu ! Maintenant un plongeur qui a regagné la surface a son gilet gonflé et il ne risque strictement rien en cas de chute de quelques dizaines de cm de hauteur ! Si la mer s'est levée en cours de plongée, là il est vraiment impératif de se déséquiper dans l'eau ! Si le fait de remonter sur une échelle avec tout l'équipement fonctionnel peut favoriser l'ouverture du FOP alors on peut consi-

dérer que cette consigne est complètement obsolète ! Le plus difficile dans tout cela, c'est de changer nos habitudes ancestrales et de remettre en question des comportements transmis et retransmis depuis longtemps !

En conclusion, l'idéal absolu serait vraiment de favoriser un déséquipement total dans l'eau, de remonter libre et sans effort et à la fin de faire hisser à bord le matériel par une personne « non azotée » ou par un treuil de relevage comme le préconise notre spécialiste hyperbare Andréas Kauert.

Faisons une synthèse ensemble en rappelant en premier :

- **Les causes principales et les facteurs favorisants un ADD, déjà bien connus :** vitesse de remontée trop rapide, non-respect des paliers.
- **Facteurs favorisants :** âge, surpoids, stress, fatigue, mauvaise condition physique et psychique, froid, narcose, essoufflement, surpression pulmonaire, profil inversé, yoyos, traitements médicamenteux, antécédents d'accidents, efforts, couple profondeur-durée trop important, abus dans l'utilisation du *no déco-time* de l'ordinateur, portages intempestifs avant et après la plongée, Valsalva à la remontée, apnées pendant ou après la plongée, montée en altitude après la plongée, effort avec glotte fermée (remonter le mouillage à la main, efforts de toux après la plongée, efforts de vomissements après la plongée, efforts de défécation en cas de constipation après la plongée), déshydratation, problèmes physiologiques (hypertension, déséquilibres biologiques, problèmes circulatoires), gonflages répétés du gilet à la bouche en immersion, excès de tabac, alcool ou drogues diverses.

• Facteurs favorisants à objectiver pouvant conduire à une ouverture du FOP :

- remonter sous effort à l'échelle avec tout l'équipement,
- tout exercice entraînant une apnée sur le détendeur en immersion : apnées de contrôle, poumon ballast exagéré avec blocage de la glotte lors des remontées sur gilet individuelles ou en assistance sauvetage lors des exercices préparant aux diverses compétences de nos brevets et qualifications (PA20, PA40, PA60, GP et divers monitorats).

En fait, la respiration sous-marine doit toujours être

confortable sans blocage ventilatoire, il faut donc remettre en question tous les exercices pouvant être une entrave à une ventilation optimale !

Nous terminerons par un rappel sur les conditions de reprise à la suite d'un accident de plongée ou de la détection d'un FOP pour les plongeurs à la motivation « inébranlable », sans occulter la possibilité d'une intervention chirurgicale de fermeture du FOP, à discuter avec le plongeur.

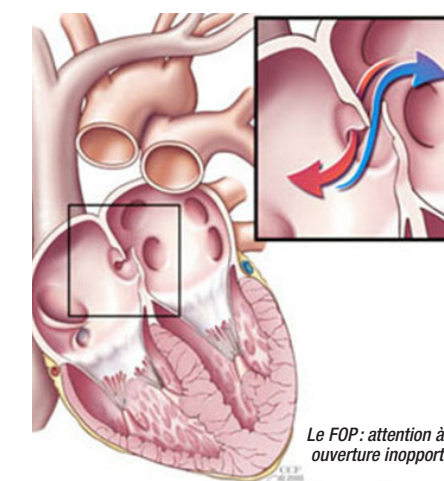
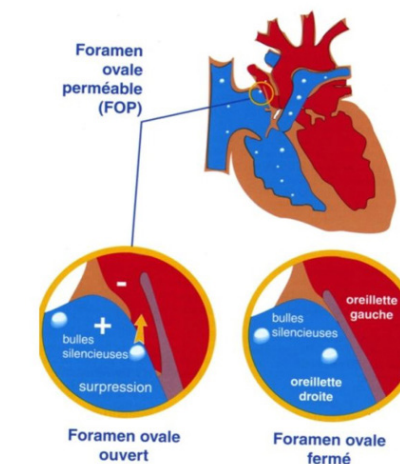
- Certificats de reprise par médecin hyperbare ou par la commission médicale de la FFESSM.

- Prescriptions : plongée à 30 m maxi, nitrox fortement conseillé et si possible déco à l'O₂, respect de la courbe de sécurité, pas de yoyo, pas de plongée successive.

Faisons en sorte que la plongée reste toujours un plaisir en veillant à la sécurité des pratiquants. Bonnes bulles à tous ! ➡

Bibliographie :

Cœur et Plongée chez Ellipses, auteurs C. Balestra, M. Bedossa, J-E. Blatteau, R. Brion, B. Brouant, F. Carré, M. Coulange, B. Delemotte, G. Finet, B. Gardette, A. Henckes, Y. Jammes, F. Joulia, V. Lafay, P. Louge, J-L. Meliet, G. Phan, M. Plutarque, J. Reingard, J-M. Schleich, F. Schnell, J-F. Schved.



Le FOP : attention à son ouverture inopportune.