

L'optimisation de l'hydratation et de la température du plongeur peut-elle améliorer la sécurité de sa décompression ?

Au cours des deux dernières décennies, les chercheurs en médecine hyperbare, et par la suite les plongeurs, ont compris qu'une **bonne hydratation** était importante pour réduire le risque d'accident de décompression. Bien qu'il s'agît au départ d'une croyance anecdotique – il était courant de constater que les plongeurs présentant les symptômes d'un accident de décompression étaient déshydratés – des études récentes ont démontré que la déshydratation est non seulement compatible avec une plus grande formation de bulles, mais que l'hydratation avant la plongée diminue réellement la circulation des bulles.

"Plus d'eau, moins de bulles", explique en souriant le Dr Alessandro Marroni, fondateur et président de DAN Europe. "L'hydratation augmente le flux sanguin et donc le transport de l'oxygène (O₂) et des gaz inertes lors de l'absorption et de l'élimination des gaz inertes. Les pressions différentielles propagent les gaz." L'hydratation, la pression et, bien sûr, l'oxygène, sont depuis longtemps les piliers du traitement des accidents de décompression.

Ce que l'on ne sait pas précisément, en revanche, c'est quelle quantité d'eau, à quel moment et à quelle fréquence les plongeurs doivent-ils boire pour en maximiser les effets positifs. Il est important de noter que la surhydratation peut également être un problème et augmenter le risque d'œdème pulmonaire d'immersion. Le message "restez hydraté" doit donc être mis en œuvre de manière judicieuse.

Si les chercheurs apprécient le rôle de l'hydratation, ils ont également pris conscience que l'état thermique d'un plongeur au cours d'une plongée peut également avoir un impact significatif sur le risque lié à sa décompression. Il est intéressant de noter que cette constatation a été mise au jour à la suite de la recherche et de la récupération de l'avion du [vol TWA 800](#), qui a explosé et s'est écrasé dans l'océan Atlantique peu après son décollage de l'aéroport John F. Kennedy, à New York, le 17 juillet 1996.



Un chercheur perspicace a remarqué que le taux d'accidents de décompression était légèrement plus élevé que ce à quoi on aurait pu s'attendre dans le cas des plongeurs de l'US Navy qui ont participé à la récupération des enregistreurs de voix du cockpit et de données du vol. Les plongeurs portaient des combinaisons à eau chaude, qui leur permettaient de rester au chaud.

Sur 752 plongées à des profondeurs d'environ 36 mètres, 10 plongeurs ont eu besoin d'un traitement de recompression pour un accident de décompression majoritairement de type 2 (neurologique). L'article publié en 1997 intitulé "[Recompression treatments during the recovery of TWA flight 800](#)" (Traitements de recompression lors de la récupération de l'avion du vol TWA 800) par C.T. Leffler et J.C. White a conclu qu'il y avait une augmentation du taux d'accidents de décompression pour les plongeurs avec un système de chauffage actif, ce qui correspond aux observations antérieures de plongeurs scaphandriers en mer du Nord. L'article relatif à la TWA a suscité beaucoup d'intérêt au sujet des systèmes de chauffage actif des plongeurs et leur impact sur la décompression.

Ce que l'on ne sait pas précisément, en revanche, c'est quelle quantité d'eau, à quel moment et à quelle fréquence les plongeurs doivent-ils boire pour en maximiser les effets positifs.

En 2007, l'unité de plongée expérimentale de la marine américaine (NEDU - Navy Experimental Diving Unit) a publié son rapport sur une étude menée par l'équipe du physiologiste Wayne A. Gerth, réputé pour ses travaux sur la décompression, intitulée "*THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS* (INFLUENCE DE L'EXPOSITION THERMIQUE DU PLONGEUR SUR SA PROPENSION À AVOIR UN ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION)", "NEDU TR 06-07, novembre 2007. Selon le rapport, "L'état thermique du plongeur au cours des différentes phases d'une plongée peut grandement influencer la propension du plongeur aux accidents de décompression. Des conditions froides lors du temps passé au fond et des conditions chaudes lors de la décompression sont optimales pour

minimiser le risque d'accident de décompression et maximiser le temps de plongée au fond. Les plongeurs doivent rester au frais lors du temps de plongée au fond puis au chaud lors de la décompression qui s'ensuit." De fait, Gerth et son équipe ont découvert qu'une augmentation de 10°C de la température en cours de décompression, équivalait à réduire le temps passé au fond de 50% ! Cependant, comme l'ont souligné certains chercheurs, les impacts physiologiques de l'état thermique d'un plongeur sont compliqués.

Ces découvertes en constante évolution sur l'hydratation et la température soulèvent une question essentielle : les plongeurs pourraient-ils tirer parti de ces facteurs pour minimiser leur risque de décompression ? C'est exactement ce que les chercheurs de DAN Europe espèrent découvrir dans une nouvelle étude en cours.

Le système circulatoire agit comme un tapis roulant

Le Dr Marroni et ses collègues mènent actuellement une étude sur les "gradients hydrothermaux" pour examiner les facteurs combinés de l'hydratation et de la température, dans le cadre de leur plan de recherche 2022. La question à laquelle ils espèrent répondre : "Pouvons-nous conditionner le flux sanguin d'un plongeur afin d'effectuer un dégagement gazeux en régulant soigneusement le fluide et la température, qui affectent le flux sanguin et la vasoconstriction." L'équipe mesurera le dégagement de bulles en réponse à la variation de ces deux paramètres et de leur interaction. Pour ce faire, ils utiliseront le nouveau système biométrique des plongeurs de DAN Europe, désormais connu sous le nom de [DANA-Health](#), pour suivre les plongeurs pendant leurs plongées, ainsi que pour effectuer des contrôles doppler sous-marins et des prélèvements sanguins.



Si les fluides et la température peuvent sembler être des facteurs de décompression distincts, ils sont tous deux directement liés à la perfusion. Comme l'explique le Dr Marroni, " Imaginez que le système circulatoire est un tapis roulant qui fait entrer et sortir les gaz des tissus. Lorsqu'il y a plus de fluide, il y a plus d'oxygénation, et un transport de gaz de plus en plus important. Lorsqu'il y a moins de fluide, il y a moins d'oxygénation, et donc moins de gaz inertes transportés vers l'intérieur ou l'extérieur."

Cela signifie que, par exemple, si un plongeur est déshydraté au début de sa plongée, cela ralentira le transport et l'absorption des gaz inertes. En fait, les chercheurs l'ont démontré dans un article de 2008, intitulé "[Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa](#) (Sauna avant la plongée et bulles de gaz dans le sang lors d'une décompression à partir de 400 kPa)", par J.E. Blatteau et al. dont les chercheurs de DAN, Costantino Balestra et Peter Germonpré. Dans cette étude, des plongeurs sont restés pendant une heure dans un sauna, exposés à une chaleur sèche avant une plongée en caisson équivalente à une plongée par 30 mètres de fond en mer pendant 25 minutes, puis décompressés. Le résultat ? Cette unique session de sauna pré-plongée a diminué les bulles circulant après la plongée. Les chercheurs ont émis l'hypothèse que la déshydratation induite par la chaleur a permis de réduire la charge en gaz inerte des plongeurs et donc la production de bulles.

De la même manière, le fait de réchauffer un plongeur, par exemple à l'aide d'un système de chauffage actif, provoque une vasodilatation qui augmente le débit sanguin et donc les échanges gazeux. Cela peut être indésirable en début de plongée lors de l'absorption de gaz, comme l'ont montré les exemples cités ci-dessus. Inversement, l'abaissement de la température de la peau du plongeur provoque une vasoconstriction réduisant le flux sanguin. L'analogie du tapis roulant du Dr Marroni explique également pourquoi il a été démontré qu'un exercice léger lors de la décompression réduit le risque d'accident de décompression : cela a pour effet d'augmenter le flux sanguin, et donc le transport de gaz inerte et le dégagement gazeux.

Pris ensemble, ces résultats suggèrent une **stratégie potentielle** que les plongeurs pourraient un jour employer pour minimiser leur risque d'accident de décompression ou, dit autrement, améliorer l'efficacité de leur décompression. Par exemple, un plongeur pourrait commencer sa plongée avec un niveau de déshydratation déterminé et un système de chauffage actif éteint. Cela permettrait de minimiser l'absorption de gaz inertes lors de la descente et de la partie de la plongée consacrée au travail. Lors de la remontée, le plongeur pourrait allumer ou augmenter son système de chauffage actif et commencer à s'hydrater soit in situ (à l'aide d'une intra-veineuse!?), soit dans une cloche de décompression, ainsi qu'éventuellement faire quelques exercices légers en phase de décompression ¹.

De toute évidence, le diable se cache dans les détails. C'est exactement ce que Marroni et ses collègues chercheurs espèrent découvrir. Restez assoiffés de nouvelles infos !

¹ La prudence dans la mise en œuvre aura sûrement toute son importance. Toute augmentation du système de chauffage actif doit être progressive pour réduire la probabilité de formation de bulles près de la peau, car la solubilité des gaz diminue avec l'augmentation de la température. Un réchauffement trop rapide de la peau peut entraîner des déformations cutanées. De même, tout exercice physique doit être modéré, avec des forces mesurées sur les articulations, afin d'éviter la formation de bulles qui est un effet négatif de l'exercice.

Références:

- Shields TG, Duff PM, Wilcock SE, Giles R. *Decompression Sickness From Commercial Offshore Air-Diving Operations On The UK Continental Shelf During 1982 To 1988. Society for Underwater Technology. 1990 Volume 23 Subtech 89 259-277*
- Leffler CT, White JC. Recompression treatments during the recovery of TWA Flight 800. *Undersea Hyperb Med. Winter 1997; 24(4):301-8.*
- Fahlman A, Dromsky DM. Dehydration Effects on the Risk of Severe Decompression Sickness in a Swine Model. *Aviat Space Environ Med 2006; 77:102- 6.*
- Gerth W A, Ruterbusch V, Long ET, THE INFLUENCE OF THERMAL EXPOSURE ON DIVER SUSCEPTIBILITY TO DECOMPRESSION SICKNESS. 2007 TA 03-09 NEDU TR 06-07
- Blatteau J E., Gempp E., Balestra C., Mets T. and Germonpré PO. Pre-dive Sauna and Venous Gas Bubbles Upon Decompression from 400 kPa. *Aviation, Space and Environmental Med. 2008; 79(12) 1100-1105*
- Cherry AD, Freiburger JJ, Natoli M J, Moon R. Effects of head and body cooling on hemodynamics during immersed prone exercise at 1 ATA. *J Appl Physiol (November 20, 2008).* doi:10.1152/jappphysiol.91237.2008
- Gempp E., Blatteau J E. Pontier J-M, Balestra C. Lounge P. Preventive effect of pre-dive hydration on bubble formation in divers. *Br J Sports Med. 2009;43:224-228.* doi:10.1136/bjism.2007.043240
- Djurhuus R, Nossum V. et al Simulated diving after heat stress potentiates the induction of heat shock protein 70 and elevates glutathione in human endothelial cells. *Cell Stress and Chaperones (2010) 15:405-414 DOI 10.1007/s12192-009-0156-3*
- Germonpré P. Balestra C. Preconditioning to Reduce Decompression Stress in Scuba Divers. *Aerospace Medicine and Human Performance 2017; 88(1) 1-7*
- Thieme G. Body temperature response of diver wearing a dry or wetsuit during cold water immersion. *Int J. Sports Med. Manuscript ID IJSM-11-2017-6638-pb*
- Han K-H, Hyun G-S, Jee Y-S, Park J-M. Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness. *Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 7601.* [Effect of Water Amount Intake before Scuba Diving on the Risk of Decompression Sickness](#)

Ressources complémentaires :

- *InDEPTH:* [The Making of the Biometric Diver: DAN Europe's Alessandro Marroni is Realizing a 50-year old Dream](#) by Michael Menduno
- *InDEPTH:* [In Hot Water: Do Active Heating Systems Increase The Risk of DCI?](#) by Reilly Fogarty
- *GUE.tv:* [New Decompression Findings: Simon Mitchell Presents COLD WATER EFFECTS ON DCS](#)