



O'DIVE : UNE PRISE EN MAIN



Pierre Martin-Razi a testé le dernier né de la gamme des détecteurs Scubapro, le C370, un deuxième étage moyen de gamme qui a tout d'un grand. Pour l'utiliser, il s'est mis à l'eau avec Caroline Celli et Patrice Vogel. Tous trois ont testé le capteur de bulles connecté O'Dive que nous avions présenté dans notre numéro 278. Les résultats font réfléchir...

L'application est prévue pour fonctionner sous iOS et Android.

Nous l'évoquons dans notre numéro de mars-avril : le capteur acoustique connecté, détecteur de bulles circulantes O'Dive est en phase finale de développement. Nous avons pu en tester la dernière version bêta avant sa mise sur le marché prévue en janvier prochain. Résultats et questionnaire...

Rappelons de quoi il s'agit. Lors de la survenue des accidents liés à la désaturation, trois grands groupes de paramètres initiaux sont à prendre en compte :

- > les paramètres physiques et physiologiques du plongeur, connus pour quelques-uns (âge, poids, état de santé) et souvent ignorés pour d'autres (présence ou non d'un foramen et si oui, connaissance de son degré, incidence génétique désormais sérieusement considérée, forme physique et entraînement à l'évaluation délicate, état hydrique, etc.)...

- > les paramètres de la plongée proprement dite, profondeur et durée, nature (isolée, consécutive, successive), gaz respiré, loisir, professionnelle,
- > et enfin, le niveau des microbulles circulantes après sortie de l'eau dont la quantité est, depuis quelques années déjà, considérée comme déterminante dans l'évaluation du stress décompressif.

Si le premier groupe de paramètres est délicat à intégrer dans un panel de données, le deuxième groupe de données, purement chiffrées s'avère beaucoup plus facile à collecter.

Enfin, le niveau de bulles circulantes (évalué d'un grade 0 à un grade 4) peut être assez simple à mesurer dès lors que l'on dispose d'un détecteur acoustique basé sur l'effet Doppler pas trop compliqué à mettre en œuvre. Voici le tableau brièvement brossé...

■ UNE BASE STATISTIQUE

Forte de ce constat, l'équipe d'Azoth Systems, emmenée par Axel Barbaud, a décidé de collecter les deux derniers groupes de paramètres à l'issue des plongées afin de les comparer à une base de données de plusieurs dizaines de milliers de profils. Cette comparaison permet d'évaluer la qualité de la décompression, matérialisée par un indice de qualité (IQ) noté de 0 à 100. Et, en fonction de cet IQ, de suggérer une modification des pratiques avec allongement des paliers, limitation en temps et/ou en profondeur, passage au nitrox, paliers à l'O₂, etc. Évidemment, s'il est simple d'entrer profondeur et durée sur un petit programme, la mesure des bulles circulantes par un plongeur lambda n'était pas, jusqu'à présent, chose facile.

■ UN CAPTEUR SPÉCIALEMENT DÉVELOPPÉ

Depuis une dizaine d'années, Azoth Systems travaille donc au développement d'un capteur acoustique utilisable par le plus grand nombre.

À l'origine de l'évaluation des microbulles circulantes post-plongée, les mesures étaient effectuées près du cœur. Sans entrer dans des détails superflus, il faut savoir que les bruits du muscle cardiaque et de ses valves sont assez proches de l'écho produit par les éventuelles bulles. Cette proximité perturbante rend délicate l'analyse du signal et demande une sérieuse formation. Pour s'en abstraire, les ingénieurs et physiologistes d'Azoth Systems se sont orientés vers une mesure effectuée sur les veines sous-clavières, comprenez par là situées sous les clavicules. Pour ce faire, ils ont mis au point un capteur de la taille d'une savonnette ronde, muni d'un redan afin d'épouser la protubérance osseuse. Deux petits capteurs de pression latéraux garan-



L'ensemble est livré dans une valise compacte et robuste.

tissent que la sonde est correctement maintenue. Une noix de gel de contact sur le capteur acoustique comme on le voit faire chez les échographes : l'affaire est faite !

Bien sûr le capteur est relié par Bluetooth à un téléphone portable sur lequel a été installée l'application O'Dive.

Après avoir, (la première fois) créé son compte puis entré les paramètres de la plongée, deux mesures (avec chaque fois une mesure gauche et une mesure droite) sont effectuées à 30 et 60 minutes de la sortie de plongée. Ces mesures sont envoyées au serveur d'Azoth Systems qui compare ces résultats avec sa base de données pour sortir l'IQ qui orientera - peut-être - vos futurs comportements. Les résultats sont disponibles une heure environ après leur envoi. Notons que toutes les mesures peuvent être stockées (faute de réseau par exemple) pour être envoyées ultérieurement.

Si les mesures de bulles circulantes ne posent pas de difficulté grâce en particulier à un didacticiel bien construit, les résultats aiguillonnent un peu la curiosité...

■ LE TEMPS DES MESURES

À l'heure où nous bouclons ces lignes, nous n'avons pu tester l'appareil que sur une seule immersion et sur trois plongeurs appelés, par souci du secret des données personnelles, Riri, Fifi et Loulou. Nos trois plongeurs sont deux hommes, plus tout à fait jeunes mais pas encore cacochymes qui affichent quelques milliers de plongées au compteur à des profondeurs souvent au-delà de 40 m, le tout sans le moindre souci de décompression. Le troisième est une femme, monitrice entraînée beaucoup plus jeune avec, elle aussi, une expérience solide et aucun problème lié à la décompression.

La durée totale de l'immersion a été d'une quarantaine de minutes pour une quinzaine passées à 41 m sur le magnifique tombant de Cavaux à Marseille. L'eau était à 17 °C. Pour Azoth Systems, ce profil de plongée (41 minutes à 40 m, remontée comprise) est considéré comme engagé et son incidence est notable sur le niveau de l'IQ...

Malgré une procédure à l'ordinateur (un Nemo Wide Mares, un Uwatec et un Suunto aux préconisations assez comparables) parfaitement suivie et malgré 3 minutes de paliers ajoutées aux paliers imposés, nos trois plongeurs sont sortis de l'eau avec deux IQ à 54 et un à 61.

Pour une plongée dans la courbe de sécurité (entendez sans paliers imposés) et avec un IQ théorique de 100, le risque moyen de survenue d'un ADD serait inférieur à 5/10 000. Entre nous, cela correspond aux relevés d'ADD dans le monde avec 3 et 4 accidents pour 10 000 plongées environ. Rappelons une fois encore que dans l'évaluation de l'IQ, la composante personnelle, c'est-à-dire les paramètres physiques et physiologiques n'est pas prise en compte. En fonction de son âge, son poids, sa forme, la présence ou non d'un FOP, l'entraînement, on s'éloignera ou pas de cette limite de 5 sur 10 000.

Bref, les résultats de 54 et 61 ne sont pas terribles. 54 représente un risque de survenue d'ADD inférieur à 1/100 plongées. Ad abrupto, ça fait frémir ! Et donne à réfléchir...

■ LE TEMPS DES QUESTIONS

Que faut-il en conclure ? Axel Barbaud a eu l'amabilité de nous faire entendre le signal sonore des microbulles (cf. encadré).

Nous nous sommes étonnés d'un résultat équivalent pour deux plongeurs chez qui les mesures sont différentes. Pour Axel Barbaud, les faits sont têtus. En l'état actuel des connaissances, il ressort des statistiques que ce n'est pas l'ordre des mesures pour lesquelles on observe des microbulles circulantes, pas plus que leur récurrence qui sont les mieux corrélées à la survenue d'un ADD mais bel et bien le grade maximal observé... Seule cette mesure représente aujourd'hui le facteur multiplicateur de risque. À titre de comparaison, avec un même profil, un plongeur avec un grade 0 de microbulles aurait un IQ de 88.

LE POINT DE VUE D'AZOTH SYSTEMS

Les résultats de la plongée de 40 minutes à 41 m sont les suivants :
 > Riri : EG 30' : grade 4, ED 30' : grade 1, EG 60' : grade 3+, ED 60' : grade 1. Grade max = 4
 > Fifi : EG +30' : grade 2+, ED +30' : grade 4, EG +60' : grade 1, ED +60' : grade 4. Grade max = 4
 > Loulou : EG 30' : grade 0, ED 30' : grade 1, EG 60' : grade 0, ED 60' : grade 3. Grade max = 3

Une mise en perspective s'impose. Lors d'une plongée de ce type, en club et sur une palanquée de 10 plongeurs, on s'attendrait en moyenne à trouver : 2 grades 3 à 4 au plus, 3 à 4 grades 1 ou 2 et le complément en grade 0.

La composante « bulles » se trouve pour les trois plongeurs dans une valeur haute. Il faut observer qu'il s'agissait pour deux des plongeurs d'une reprise de plongée après plusieurs jours ou semaines d'inactivité.

L'intérêt de l'O'Dive relève de son usage dans le temps : le plongeur va disposer de repères concrets (IQ) qu'il va voir évoluer au fil du temps, ce qui va l'amener à mieux se connaître ; il dispose en plus d'un outil (simulateur) pour apprécier l'effet de tel ou tel changement sur sa pratique.

Le cas d'école qui serait susceptible d'être mis en évidence, si on revient à notre plongée, serait le fait de rajouter plus de déco (ou de prendre en compte une progressivité) lors des plongées de reprise avec une mise en évidence « concrète » du fait qu'elles sont sévères pour l'organisme.

Si les ratios de risque relatif sont connus de manière précise, le risque absolu est moins apprécié car il fait intervenir la composante médicale. Des éléments peuvent quand même être donnés en l'absence de cette connaissance :

- > IQ à 100 : risque inférieur à 5/10 000
- > IQ à 75 : risque inférieur à 2/1 000
- > IQ à 50 : risque inférieur à 1/100

C'est une indication certes grossière, mais pas inutile.

Une variation d'index de 33 points correspond à une variation de risque d'un facteur 10 ; autant le risque absolu est difficilement quantifiable, autant le risque relatif est lui bien connu.

La bonne façon de se servir de l'outil est donc de se monitorer régulièrement pour mieux se connaître et de faire évoluer sa pratique le cas échéant pour améliorer son IQ, avec une connaissance quantifiée des effets de ses choix et une possibilité de contrôle a posteriori de la qualité de sa pratique.

■ QU'EN CONCLURE ?

Première réaction : se servir du capteur pour faire un ricochet définitif (la forme est plutôt adaptée !) dans les eaux millénaires du Vieux-Port et considérer que si l'on plonge depuis des années sans souci, pourquoi en ajouter ?



Les mesures ne posent pas de difficulté particulière.

Deuxième réaction : réfléchir un peu et savoir que pour 30 points de gain d'IQ, le gain de sécurité est considérable avec un facteur de l'ordre de 10 ! Compte tenu des paramètres de la plongée, Riri et Fifi auraient pu, par exemple, effectuer 10 minutes de paliers supplémentaires au nitrox 50/50 pour faire évoluer leur IQ à 78. Ainsi, le risque statistique aurait alors été inférieur à 2 pour mille... Autre possibilité, 20 minutes supplémentaires de paliers à l'air leur auraient fait atteindre un IQ de 75, ce qui, entre nous, démontre tout l'intérêt de vider son bloc à 3 m, sur le rebord d'un platier...

Pour s'en persuader, nous avons ainsi créé un plongeur virtuel qui aurait effectué une plongée de 45 minutes à une profondeur maximale de 30 m. Un profil typiquement tropical. Nous lui avons affecté un grade 3 de microbulles circulantes. Son IQ est lui aussi de 54 et les préconisations d'amélioration de décompression sont les mêmes que pour nos deux plongeurs marseillais, ce qui tombe assez bien !

■ DÉMONSTRATION ÉVIDENTE

Cela écrit, nous aimerions que les données plongées soient un peu affinées car 41 minutes passées à 41 m auxquelles on ôte le temps théorique de remontée ne correspondent pas à deux ou trois minutes à la profondeur max suivie d'un barbotage dans une quinzaine de mètres moins les paliers. En termes de saturation, de production de microbulles et donc de dangerosité, ces deux profils sont incomparables. Pour l'instant, sauf erreur de notre part, le programme d'évaluation de l'IQ ne fait pas la diffé-

rence. On devine donc que l'avenir du produit passe par un appairage avec un ordinateur... Notre petit doigt nous dit que cela ne devrait pas tarder...

De plus, il convient d'effectuer un suivi du plongeur et non pas une seule mesure ponctuelle même si celle-ci donne une tendance. Seules les données dans la durée colleront au plus près de la réalité sinon de la vérité : évaluation de la fatigue ou, a contrario, de l'entraînement, éventuelle déshydratation, matérialisées par une évolution favorable ou défavorable du grade de microbulles circulantes.

Enfin, les plongées au-delà d'une vingtaine de mètres engagent le plongeur dans un domaine où le risque s'amplifie. Ailleurs, c'est un fait admis, chez nous, il l'est beaucoup moins. Notre pratique, liée à une topographie autant qu'à une culture n'est pas celle-là. Encore convient-il de relativiser.

Lors de la dernière Journée toulonnaise de médecine de plongée, nous avons appris que 180 accidents avaient, l'an dernier, été dénombrés dans la région Grand Sud sur un total estimé de 600 000 plongées. Cela ramène le risque à environ 1 ADD pour 3000, un résultat assez proche des valeurs internationales alors que les pratiques diffèrent considérablement (notons au passage qu'avec un IQ à 80, ce nombre d'accidents aurait statistiquement été ramené à 90...). Alors que l'on sait la dangerosité supérieure des plongées plus engagées, cette proximité statistique mérite réflexion : faut-il penser que les plongeurs plus profonds sont mieux entraînés et que, par exemple, le nombre de leurs plongées quotidiennes reste dans la norme, c'est-à-

dire deux par jour ? Mais revenons à notre sujet...

Dans l'évaluation de l'IQ de la plongée effectuée à 41 m et d'une durée totale de 40 minutes, l'incidence du grade de bulles intervient grosso modo 6 à 7 fois plus que le profil de plongée (il suffit de cliquer sur le rectangle de la plongée pour voir les indices apparaître). Ce que semblent corroborer les relevés d'ADD en zone américaine et en zone française. Quelle que soit sa manière de plonger, il convient donc de se donner tous les moyens pour optimiser sa décompression. Et l'O'Dive fait indéniablement partie de ces moyens. Plus il sera utilisé, plus on aura de données, plus la plage d'incertitude sera diminuée et, conséquemment, plus la sécurité sera augmentée. Ainsi, son utilisation servira autant le plongeur individuel dans son quotidien qu'à plus long terme la grande famille à laquelle il a le bonheur d'appartenir.

À *Subaqua*, nous considérons l'O'Dive comme une révolution. 

> **Azoth Systems exposera** au Salon de la plongée du 11 au 14 janvier prochain, stand L36 bis. Une présentation au public est programmée le vendredi 11 de 11 à 12 heures à l'espace scénique.

> Pour en savoir plus

www.dhmjournal.com/images/ImmediateRelease/Hugon_Subclavian-VGE-scores.pdf



SCUBAPRO SORT LE C370, UN DÉTendeur ULTRALÉGER...

Le temps d'une plongée, nous avons pu essayer le tout nouveau deuxième étage C370 de Scubapro. L'objet était associé au premier étage à membrane compensée MK 11 désormais bien connu. Précisons que le C370 est également proposé avec le MK 21 pour ceux qui désirent rester fidèles aux fondamentaux de la marque, le classique piston compensé, ou encore avec le MK 17 un détendeur à membrane plutôt destiné aux eaux fraîches. L'ensemble MK 11 et C370 est, quant à lui, plutôt un ensemble prévu pour les plongeurs globe-trotters puisqu'en version DIN, avec un octopus, le manomètre et le tuyau d'inflateur, l'ensemble affiche moins de 1 610 g sur la balance ! Pas mal du tout.

Le C370 est un deuxième étage positionné en milieu de gamme, avec levier pré-dive et molette de réglage. Le clapet est bien sûr compensé et le dessin du déflecteur est basé sur celui du S620 Ti. Il contribue à des performances respiratoires optimisées. Le constructeur annonce une amélioration de 10 % par rapport au C350. Une molette de réglage de l'effort inspiratoire et un réglage de l'effet Venturi (VIVA) faciles d'utilisation sont inclus. Son bouton de surpression

est de grande taille et simple à utiliser, même avec des gants épais. Un flexible de grand diamètre assure un débit d'air maximal à chaque inspiration. L'embout Compact Hi-Flow optimise le débit ainsi que le confort et convient aux bouches de toutes tailles, des plus petites aux plus grandes. Poids : 171 g. Débit à 200 bars : (l/min) 1600.



Le MK11, un premier étage éprouvé.



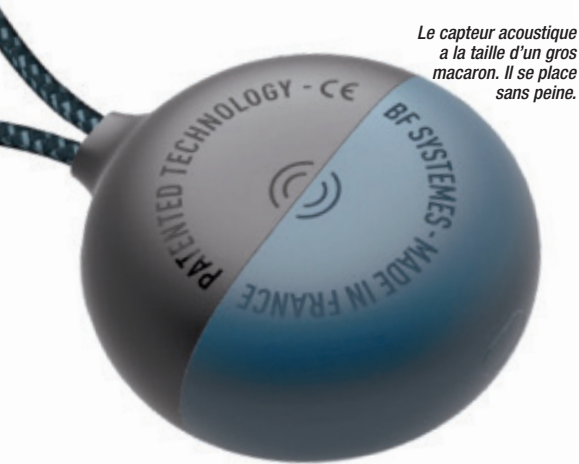
Le C370, se positionne en milieu de gamme...



...avec tous les perfectionnements d'un modèle supérieur.

► CAPTEUR ACOUSTIQUE CONNECTÉ AZOTH SYSTEMS LA DÉCOMPRESSION PERSONNALISÉE

Le Salon de la plongée de Paris a été l'occasion de découvrir la firme Azoth Systems, fondée par Axel Barbaud, ingénieur de l'École navale et officier de Marine plongeur d'armes. Depuis une dizaine d'années, l'entreprise propose, aux États-Unis comme en Europe, un suivi individuel de la décompression afin d'en optimiser le profil pour améliorer la sécurité des plongeurs. Fort de cette expérience à la fois industrielle et militaire, Azoth Systems lance un capteur acoustique et connecté, destiné aux plongeurs de loisir. Premier contact...



Le capteur acoustique a la taille d'un gros macaron. Il se place sans peine.



Le spéléonaute Frédéric Swierczinsky a pu tester l'appareil en Croatie. © Florian Launette

Nous sommes dans les starting-blocks : le lancement de la première (petite) série des capteurs acoustiques d'Azoth Systems devrait avoir lieu avant l'été. D'ici là nous ne pouvons en parler que de manière théorique. Cependant, le concept nous a semblé suffisamment novateur pour ne pas le garder sous silence plus longtemps. De quoi s'agit-il ?

■ UN PRODUIT DÉLIBÉRÉMENT GRAND PUBLIC

Imaginez un gros macaron qui tient dans la paume de la main. Il s'agit d'un capteur acoustique capable de mesurer la quantité de microbulles circulantes dans le sang grâce à l'effet Doppler. Ce décalage de fréquence d'une onde, entre une mesure à l'émission et l'autre à la réception, a été mis en évidence par le mathématicien et physicien autrichien en 1842. Cet effet Doppler,

dont on prend conscience en écoutant une ambulance s'approcher puis s'éloigner, a trouvé sa première application médicale un siècle plus tard. Encore fallait-il, dans le cadre de la plongée sous-marine, rendre son utilisation accessible à tout un chacun... D'où la forme du capteur.

Sa face interne est légèrement incurvée pour s'adapter à l'anatomie de la région sous-claviculaire. Pourquoi sous-claviculaire ? Et bien pour, d'une part, faciliter le positionnement précis du capteur et, d'autre part, éviter les perturbations du signal liées aux mouvements des valves cardiaques. Ces dernières sont en effet créatrices de phénomènes de cavitation assimilables à une circulation de bulles.

Le capteur est connecté à un smartphone. Le plongeur effectue une première mesure de trente secondes trente minutes après sa sortie de l'eau puis il répète l'opération une demi-heure après. Deux heures plus tard, soit trois heures après la sortie de l'eau, Azoth Systems lui envoie un graphique d'évaluation de sa décompression. Cette analyse gagne à être effectuée sur plusieurs plongées, l'application tenant compte des résultats précédents. Le graphe reçu par le plongeur précise la qualité de la décompression en la situant dans une zone optimale, intermédiaire, ou non optimale. Ce résultat, exprimé relativement à une population de référence issue de la base de données d'Azoth Systems, tient compte de la profondeur, de la durée de la plongée, du gaz respiré et du profil de la remontée. Il intègre la quantité de microbulles circulantes dans le système veineux sous-claviculaire et, comme nous l'avons dit, des plongées précédentes.

Fort de ces résultats, le plongeur pourra adapter sa décompression, au choix, en optant pour le nitrox, en durcissant son ordinateur, en limitant sa profondeur et sa durée de plongée ou... en ne changeant rien s'il est placé en zone optimale.

■ INDIVIDUEL OU POUR LES CLUBS

L'objet de la plongée de loisir est... le loisir. En choisissant de ne rendre les résultats d'analyse que trois heures après la sortie de l'eau, Azoth Systems vise simplement à éviter le stress. En s'appuyant sur un service outillé, objectif est pour les immersions à venir, de réduire la probabilité de survenue d'ADD grâce à une meilleure connaissance de soi-même doublée d'une pratique mieux maîtrisée. Pour cela, le nombre d'utilisateurs multiplié et la collecte de données qui en découlent aboutiront à un effet de réseau vertueux.

L'appareil sera proposé au tarif d'un ordinateur de plongée de qualité. Il s'accompagnera d'un abonnement au service Internet. On comprend donc que ce produit concerne tout autant les individuels, les familles et bien sûr les clubs et structures commerciales.

Nous en reparlerons dès que possible ! 📱



Le système, connecté permet un accès à une base de données de référence. © Florian Launette