



## « De l'enfant plongeur au sommet des montagnes »

Le 25 novembre dernier a eu lieu au CHUV à Lausanne, le 1<sup>er</sup> Symposium « Jean Gloor » de médecine subaquatique et hyperbare. Il s'agissait de rendre un hommage au Dr Jean Gloor, membre fondateur en 1985 et premier président de la Société Suisse de Médecine Subaquatique et Hyperbare.

Alors que la promotion de la médecine subaquatique et hyperbare au sens large devrait permettre une pratique plus sécuritaire de la plongée et une meilleure prise en charge médicale, le but de ces présentations était de transmettre aux plongeurs et aux praticiens des informations spécialisées sur les accidents de décompression, le foramen ovale, la plongée enfant, l'œdème pulmonaire d'immersion, l'homme en hypobarie et la plongée à très haute altitude.



**Les accidents de décompression (ADD)**

**Expérience genevoise de 2010 à 2016**

**Dr R. Pignel**

*Médecin responsable du programme de médecine hyperbare HUG*

Le Dr J. Thaler a effectué un travail remarquable pour le CAS (Certificate of Advanced Studies) de médecine subaquatique et hyperbare de l'UNIGE qui fait le point sur les accidents de plongée pris en charge aux HUG entre 2010 et 2016.

132 accidents de plongée ont été traités (dont 111 provenaient de lacs suisses). 63 plongeurs ont présenté des ADD de type II (44 médullaires, 19 vestibulaires), 16 conservant des séquelles. Seuls 13 plongeurs ont pu être recomprimés en moins de 3 heures (séquelles dans 15% des cas), 50 après 3 heures (séquelles dans 28% des cas).

Typiquement, il s'agit d'un homme de 40 ans, P\*\*\*CMAS avec une expérience de plus de 300 plongées. Il plonge à l'air, au-delà de 46 mètres et 40 minutes, sans problème préalable. 85% des accidentés ont respecté leur ordinateur.

Selon le manuel d'utilisation des ordinateurs:

« Aucun ordinateur de plongée ne peut remplacer l'expérience du plongeur. Une formation incomplète ou inadaptée risque d'amener le plongeur à commettre des erreurs pouvant entraîner des blessures graves voire mortelles ».

Est-ce que 300 plongées attestent d'une expérience suffisante? Si cette expérience a été acquise en 5, 10 ou 20 ans? Un plongeur autonome doit connaître et comprendre les mécanismes de désaturation afin de pouvoir réfléchir à sa décompression.

Les ADD type II sont décrits par leur forme grave. La réalité montre qu'ils sont souvent précédés de signes frustes (malaise général, fourmillements, signes cutanés) qui peuvent s'estomper rapidement sous oxygène normobare. Cette amélioration ne signifie jamais que l'évènement est résolu, mais confirme le diagnostic d'ADD. Une aggravation secondaire correspond à l'expression de la maladie de décompression. « L'accident de décompression médullaire évolue dans les 24 premières heures de manière imprévisible. L'apparition de signes neurologiques après une plongée doit systématiquement faire orienter la victime vers un centre hyperbare. Il ne faut jamais se satisfaire d'une symptomatologie initiale fruste ou d'une évolution favorable sous oxygène normobare, car le tableau cli-

nique initial rassurant peut s'aggraver secondairement de manière inexorable malgré un traitement précoce et adapté », selon le Dr. P. Louge (La Presse Médicale 2010).

Aucun médecin, aucune régulation, ne peut prédire l'évolution d'une formation bullaire.



**Le Foramen Ovale Perméable (FOP) en 2017**

**Dr V. Gabus et B. Desgraz**

*Cardiologues, Consultation de médecine de plongée et hyperbare CHUV*



Le foramen ovale est une région anatomique située dans la cloison séparant les oreillettes droite et gauche du cœur. Durant la vie fœtale, le foramen ovale est perméable et agit comme une valve permettant le passage du sang de la droite vers la gauche en court-circuitant la circulation pulmonaire. Dans la majorité des cas, il se ferme après la naissance. Il reste toutefois perméable chez 25% de la population générale.

Plusieurs études ont montré une augmentation de la fréquence du FOP chez les plongeurs victimes d'un accident de décompression (ADD) et particulièrement en cas



d'atteinte du cerveau, du cervelet, de la moelle épinière haute, de l'oreille interne ou de la peau (cutis marmorata). Globalement, le risque d'ADD est faible (environ 2/10'000 plongées). En présence d'un FOP, surtout s'il est de grande taille, ce risque augmente jusqu'à 6 fois.

En pratique, le dépistage systématique pour le plongeur amateur n'est pas justifié en termes de coûts et d'efficacité. Il est par contre indiqué dans les suites d'un ADD qui évoque le passage de bulles de l'oreille droite à l'oreille gauche à travers le FOP (atteinte du cerveau, du cervelet, de la moelle épinière haute, de l'oreille interne ou de la peau).

Il est démontré qu'un profil de plongée « conservateur » appelé « Low Bubble Diving », visant à diminuer la saturation tissulaire en azote et par conséquent la formation de bulles lors de la remontée, permet de réduire le risque d'ADD de manière identique chez les plongeurs avec ou sans FOP.

L'indication à la fermeture du FOP pourra ensuite être évaluée de cas en cas selon une approche rationnelle risque/bénéfice, et en tenant compte de la motivation du plongeur.

En résumé, pour le plongeur amateur, le problème du FOP ce n'est pas le FOP lui-même, mais les bulles.



### L'enfant, un plongeur comme les autres ?

**Dr M-A Panchard**

*Pédiatre, Hôpital Riviera-Chablais*

*Medical examiner of divers SUHMS*

Bien que des statistiques soient difficiles à obtenir, le développement de la plongée enfant suit celui de la plongée adulte.

Néanmoins, les connaissances en médecine de la plongée enfant n'ont pas suivi cette progression.

La médecine moderne, l'Evidence Based Medicine (médecine basée sur les preuves) est très peu développée en médecine de la plongée enfant : moins d'un article scientifique sur 15 traitant de la plongée.

De nombreux concepts habituellement admis ne reposent pas sur des évidences solides : âges limites, développement pulmonaire...

Force est cependant de constater que les accidents de plongée touchent aussi les enfants et peuvent occasionner des décès, alors que cette activité est perçue dans le public comme de plus en plus anodine et ne nécessitant ni précaution particulière ni supervision médicale.

Il semble donc nécessaire de travailler, dans ce domaine, sur 3 axes principaux :

1° Une attitude bienveillante, mais prudente. Dans cette optique, le flyer de la SUHMS ([www.suhms.org](http://www.suhms.org), section Opinions & Info) favorise une plongée enfant centrée sur

l'enfant lui-même, son développement social et l'acquisition pour lui de nouvelles compétences, à l'écart de toute pratique compétitive.

2° Une supervision médicale régulière de l'enfant, par des médecins disposant de compétences en médecine de plongée et en pédiatrie. En cas de besoin, les consultations de médecine de plongée du CHUV (021 314 09 30) et des HUG (022 372 32 35) sont à disposition.

3° Une recherche clinique et pratique visant à étoffer les connaissances scientifiques. La fondation d'un Groupement de Recherche interdisciplinaire en Médecine de Plongée Enfant (GRIMPE) devrait permettre la mise en commun des expériences des parents, des moniteurs et des médecins (contact à [map@diving-kids.ch](mailto:map@diving-kids.ch)).

De cette manière on verra se développer une pratique de la plongée respectueuse de l'enfant, de sa santé et de son développement.



### L'œdème pulmonaire d'immersion

**Dr F. Héritier**

*Pneumologue, Vevey*

*Consultation de médecine de plongée et hyperbare, CHUV*

A la fin des années 1980, le Dr P. T. Wilms-hurst, bien connu des médecins de plongée pour ses publications sur le FOP, décrivait la survenue d'un œdème pulmonaire chez des plongeurs amateurs.

Il s'agissait d'individus d'âge moyen, expérimentés, en bonne condition physique et sans problèmes cardiaques avérés. Les profils de plongées étaient variables (de la surface à 70 mètres), souvent en eau froide et sans effort physique excessif.

Les symptômes comprenaient un essoufflement anormal (dyspnée), de la toux, des expectorations mousseuses ou sanglantes.

Dans les années 2000, des œdèmes pulmonaires d'immersion étaient également décrits chez de jeunes sportifs participant à des épreuves de natation en mer avec palmes, en

maillot de bain, à une température moyenne de 20°, sur des distances d'environ 3 kilomètres.

Suite à une prise en charge médicale, l'évolution d'un œdème pulmonaire d'immersion est le plus souvent favorable en quelques heures. Toutefois, des cas mortels sont décrits. Fait important, ces œdèmes pulmonaires sont susceptibles de récidiver dans 25-30% des cas.

Le mécanisme de l'œdème pulmonaire d'immersion est complexe et à ce jour partiellement compris. Les causes incriminées tiennent compte des effets conjoints de la pression hydrostatique, de l'effort physique, du stress, du froid, d'une augmentation de l'effort ventilatoire, de l'hyperoxie, de probables facteurs individuels (réactivité excessive des vaisseaux sanguins, hypertension artérielle mal contrôlée, insuffisance cardiaque, éventuelle prédisposition génétique) ou de la prise de certains médicaments (par exemple anti-inflammatoires, anticoagulants).

Pour le plongeur, il est donc important de se rappeler qu'un essoufflement anormal lors d'une plongée peut correspondre à un œdème pulmonaire d'immersion. Cette entité ne doit pas être confondue avec un barotraumatisme des poumons (surpression) ou un accident de décompression pulmonaire. Ce problème peut survenir sur un cœur sain et comporte un risque important de récurrence. L'oxygène normobare à 100% est le traitement de choix. Reconnue comme un facteur favorisant, la présence d'une hypertension artérielle doit être recherchée.



### L'homme en hypobarie

**Prof C. Sartori**

*Service de médecine interne et consultation de médecine d'altitude, CHUV*

Même si la différence de pression barométrique entre plaine et haute altitude est bien plus modeste que celle induite par la plongée (PB = 0.5 atm à 4500 m, PB = 0.3 atm au sommet de l'Eve-rest), les altérations physiologiques secondaires à la diminution de la pression partielle



en oxygène - conséquence de la diminution de la pression environnante - sont majeures et potentiellement nocives.

En situation de manque d'oxygène, notre corps répond par une activation du système nerveux autonome (ou sympathique) qui entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque et de la fréquence respiratoire, visant à mieux saturer les globules rouges en oxygène et à mieux faire circuler ces globules rouges vers tous les tissus.

L'activation du système nerveux autonome permet également de distribuer la circulation sanguine de façon préférentielle vers certains organes plutôt que d'autres. Ainsi via une dilatation des artères qui mènent le sang vers le cerveau ou le cœur, ces deux organes sont mieux protégés du manque d'oxygène par rapport à l'intestin ou aux reins, qui eux subissent une contraction des artères qui les irriguent avec une conséquente baisse de l'arrivée d'oxygène.

Au niveau pulmonaire, l'adaptation à l'altitude se passe d'une façon encore différente. En situation de manque d'oxygène, toutes les petites artères qui mènent le sang aux poumons ont tendance à se contracter de façon uniforme. Ceci permet un passage homogène du sang à travers toute la surface pulmonaire et un meilleur échange d'oxygène entre air et sang.

Ce n'est qu'après un séjour prolongé en altitude (plus de 2 semaines) que le rein, via la synthèse d'érythropoïétine, va stimuler la production de nouveaux globules rouges dans la moelle osseuse.

Globalement, ces mécanismes d'adaptation à l'altitude permettent de maintenir une oxygénation suffisante de nos tissus jusqu'à des altitudes étonnamment hautes. Cependant, lors de tests plus détaillés sur la fonction de nos tissus exposés à ces altitudes, des dysfonctionnements sont rapidement mis en évidence. Par exemple, si l'on teste les fonctions de notre cerveau à 5000 m, des troubles cognitifs, de raisonnement, d'attention, de réflexe ou de coordination fine surviennent.

Bien plus grave, quand ces mécanismes d'adaptation sont insuffisants ou surstimu-

lés, ils peuvent induire des maladies inconfortables, voire potentiellement mortelles, comme la maladie aiguë de montagne ou l'œdème cérébral de haute altitude (induits par une vasodilatation des artères cérébrales trop importante), ou un œdème pulmonaire de haute altitude (induit par une vasoconstriction des artères pulmonaires exagérée et inhomogène).

La bonne nouvelle est qu'il suffit de rétablir la pression en oxygène (par la descente ou l'administration d'oxygène) pour soigner efficacement ces maladies spécifiques de l'altitude.



### **La plongée à très haute altitude en Himalaya**

**Dr J.-Y. Berney**

*Pneumologue, Genève*

*Médecin associé, Consultation de médecine hyperbare, HUG*

La plongée à très haute altitude (> 3500 m) expose le plongeur à des conditions hyperbares à partir d'un milieu hypobare, en raison de la chute de la pression atmosphérique liée à l'altitude. L'hypoxie hypobare qui en résulte réduit de manière drastique la fenêtre d'oxygène, ce qui entrave la désaturation et augmente le risque d'accident de décompression. En raison de la loi de Boyle et Mariotte, les accidents barotraumatiques sont favorisés. Ces particularités impliquent une adaptation minutieuse des procédures habituelles de plongée puisque les tables et les ordinateurs de plongée ne sont pas validés pour de telles altitudes. De plus, la survenue des pathologies liées à l'altitude (mal aigu des montagnes, œdèmes pulmonaire et cérébral) doit être évaluée pour déterminer l'aptitude à la plongée lors de l'arrivée sur site. La très haute altitude augmente certains facteurs de risque pour développer un ADD (froid, fatigue, déshydratation, ouverture de shunts droit/gauche, génération de bulles lors d'effort en milieu hypobare), qui devront être réduits au maximum.

En cas d'accident, le soutien sanitaire est extrêmement limité. L'évacuation par héli-

coptère est aléatoire, l'accès à une structure hyperbare est difficile (voire inexistant comme au Népal) en raison de la localisation très isolée des rares lacs permettant ce type de plongée. Des chambres hyperbares transportables existent, mais leur coût rédhibitoire et leur poids sont un frein à leur utilisation lors d'une expédition nécessitant une approche à pied, par ailleurs nécessaire pour assurer une acclimatation progressive.

Dès lors, la planification des plongées mettra l'accent sur la prévention avec des procédures conservatrices (adaptation des tables par la méthode des profondeurs équivalentes, mélanges suroxygénés) pour des plongeurs en excellente condition physique et très bien acclimatés.

Une expédition suisse a établi le record du monde de plongée en altitude en juin 2000, à une altitude de 5523 m, au Népal.

**Cette matinée scientifique de médecine subaquatique et hyperbare a rassemblé plus de 120 participants plongeurs et/ou médecins pour la majorité.**

**Si le temps disponible pour les questions en fin d'exposé a parfois manqué, le choix des thèmes et l'impression générale ont été jugés excellents par plus de 85% des participants.**

**Le comité d'organisation se réjouit d'une telle réussite et, grâce à votre soutien, s'est décidé à poursuivre l'aventure, selon toute vraisemblance, en 2019. D'ici là, gardez à l'esprit que lors d'une activité en profondeur et à l'instar de la haute altitude, la clé du succès réside dans une bonne connaissance du sujet et une préparation minutieuse.**

#### *Remerciements*

*Texte: Benoît Desgraz et Francis Héritier, en collaboration avec tous les orateurs*

*Photos: Patrik Galley*

*Comité d'organisation: Alain Binggeli, Benoît Desgraz, Christine Giroud, Francis Héritier, Claude Kaltenrieder, Thierry Lageyre*

*Traduction: SUHMS*