

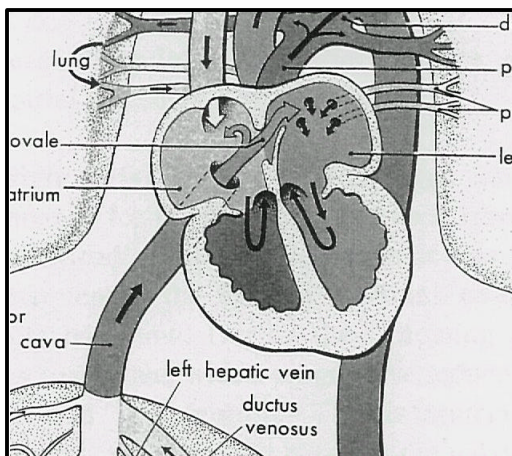
## Foramen Ovale Perméable (FOP) et accidents de décompression : mythe ou réalité ?

Dr Peter Germonpré  
DAN Europe Benelux – Directeur Médical

Un accident de décompression est toujours un drame personnel. Pas seulement dans la gestion longue et difficile du traitement initial; mais aussi, des séquelles qui peuvent subsister après ce traitement: faiblesses musculaires de l'un ou l'autre membre, difficultés à uriner, surdité ou problèmes de sensibilité cutanée.

Les conséquences psychologiques d'un accident de décompression sont aussi difficiles à chiffrer. Une charge psychologique supplémentaire vient du fait que plus ou moins 50% des plongeurs ayant eu un accident de décompression n'ont pas fait d'erreurs envers les règles connues de la plongée. Il est inconfortable de conseiller à ces plongeurs ce qu'il y a lieu de faire ou non lors des plongées qui suivent, pour diminuer le risque d'accident de décompression. Nombreuses sont les angoisses, même après rétablissement, face à la plongée.

De nombreuses inconnues planent encore sur les raisons et les mécanismes qui donnent lieu à un accident de décompression. C'est le motif pour lequel à travers le monde, des études scientifiques sont entreprises afin de tenter d'éclairer ces problèmes. Une de ces études, réalisée en Belgique de 1994 à 1996 avec l'appui du Divers Alert Network, a essayé de déterminer la possible influence d'une affection cardiaque congénitale, la "Perméabilité du Foramen Ovale" ("foramen ovale perméable" ou FOP), sur le risque d'accident de décompression "non-mérité".



Un FOP est présent chez plus ou moins 30% de la population normale et donc aussi chez les plongeurs. Ce n'est pas une malformation cardiaque mais bien un résidu de la circulation sanguine tel que nous l'avons avant notre naissance. Chez tous les êtres humains, avant la naissance, il existe une ouverture entre les oreillettes gauche et droite du cœur : le Foramen Ovale. Via cette connection, le sang qui revient du cordon ombilical (via la veine cave) passe directement de l'oreillette droite vers l'oreillette gauche, le ventricule gauche et ensuite directement vers l'aorte.

Ce "court-circuit" est nécessaire car avant la naissance, les poumons ne sont pas encore fonctionnels et ne reçoivent donc presque pas de sang. A la naissance, lors des premières respirations, les poumons se remplissent d'air. Par cet étirement, le sang est aspiré du cœur droit vers les poumons (la "petite circulation"). Dès lors, le sang venant de la veine cave transite de l'oreillette droite vers le ventricule droit, puis, à travers des poumons vers l'oreillette gauche (et donc plus via le FOP). Parce que le sang ne passe plus par le Foramen Ovale, celui-ci se ferme et, après quelques heures, est définitivement obturé. Il a été observé qu'après environ 30% des personnes une ouverture minuscule reste présente, ce qui n'offre, en condition normale, aucun ou un très léger passage de sang : le "Foramen Ovale Perméable" ou FOP. Un FOP n'a aucune implication sur la santé de ces personnes: il ne peut être détecté par un examen de routine et ne représente aucun danger même à un âge élevé.

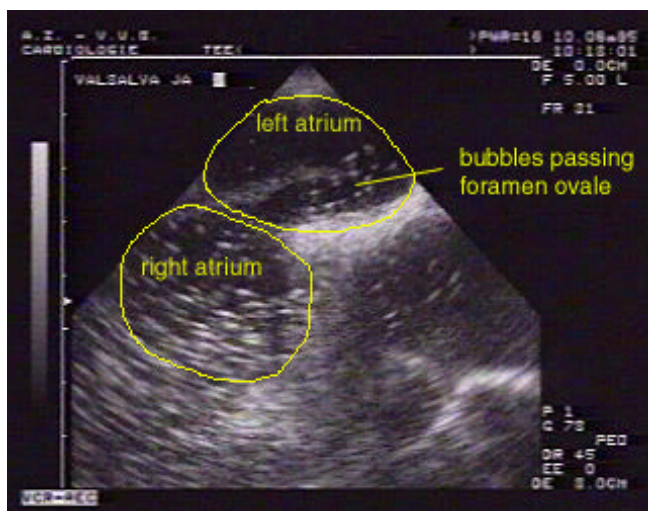
Chez les plongeurs, le FOP peut théoriquement représenter un facteur de risque. Nous avons pu établir avec certitude que, lors d'une plongée où tous les paliers de décompression ont été respectés et, de même, lors d'une plongée profonde qui se déroule dans la courbe de sécurité, des microbulles seront présentes dans le sang vers la fin de la remontée, et ce, pendant une heure ou plus après cette plongée. Ces microbulles se trouvent dans le sang qui circule dans les grandes veines et viennent via l'oreillette droite dans les poumons. Elles sont destinées à être évacuées par les poumons, via l'expiration. Elles ne donnent pas l'occasion de provoquer un accident de décompression.

Dans le cas d'une ouverture entre l'oreillette gauche et droite, il est possible que certaines de ces microbulles passent dans le côté gauche du cœur, ceci sans être filtré par les poumons. Ces microbulles ne sont donc plus évacuées par les poumons. Elles peuvent alors provoquer un accident de décompression (ADD).

De là à dire que ceci serait toujours le cas, est du non-sens : sinon 30% des plongeurs auraient des accidents de décompression à chaque plongée...et ce n'est pas le cas. Il est donc très important de rechercher dans quelles circonstances ceci représente un danger et pour quels plongeurs.

Environ 150 plongeurs belges ont participé à l'étude relatée plus en avant, desquels environ la moitié ont subi un accident de décompression au cours des trois dernières années. Une sévère sélection a été faite, si bien qu'il n'a été gardé que les plongeurs dont les paramètres relatifs à la plongée, l'accident de décompression et le traitement étaient parfaitement connus. D'autres plongeurs, n'ayant jamais subi d'accident de décompression, ont servi de "contrôle". Pour une telle étude, le choix d'une population de contrôle "plongeur" était important, car, en référence au pourcentage de FOP retrouvé dans la population, les plongeurs sont potentiellement plus souvent porteur d'un FOP (théoriquement, par une manœuvre de type Valsalva ou autre, un foramen ovale pourrait s'ouvrir à nouveau après la naissance ...). Les plongeurs ayant subi un accident de décompression doivent donc être comparés avec d'autres plongeurs n'ayant pas subi d'accident de décompression, et non avec des gens "normaux". Pour chaque plongeur ayant subi un accident de décompression, il a été recherché un "Buddy", qui correspond en âge, poids, expérience de plongée, habitude de fumer et encore d'autres facteurs. Une corvée pénible.

Au total, 37 plongeurs et leurs "Buddys" ont été sélectionnés. Tous étaient volontaires pour passer un examen médical, afin de détecter un éventuel FOP.



Via une sonde échographique que le plongeur a dû avaler, le cœur a été observé, tandis que, via une veine du bras, 10cc de liquide physiologique ("sérum physiologique") ont été injectés. Cette solution est visible dans le sang sous forme de petites bulles, d'environ la même taille que des bulles d'azote après une plongée. Sur l'échographie, il est alors observé si ces bulles passent directement de l'oreillette droite vers celle de gauche. Même si l'ouverture du FOP ne peut être visualisée directement (elle n'est souvent de quelques

millimètres) le passage de microbulles établit l'existence d'une ouverture. Cette recherche ne dure qu'une trentaine de minutes, et est totalement sans danger, même si l'ingestion de la sonde écho n'est pas une des plus agréables expériences ...

Cet examen s'appelle "Echocardio-graphie transoesophagienne". Bien que cet examen peut être fait par beaucoup de cardiologues, chez les plongeurs il est nécessaire de déterminer avec la plus grande certitude la présence ou non d'un FOP. Pour cela, l'injection de la solution physiologique doit être faite de manière précise et spécifique. Il n'y a donc pas de raison de "courir vite chez son cardiologue du coin" pour faire un test FOP : si la recherche ne se déroule pas d'une manière précise à 100%, le résultat n'est pas assez fiable.

Les résultats de l'enquête furent pourtant clairs : 60% des plongeurs ayant subi un accident de décompression avaient un FOP, contre seulement 35% des "Buddys". Lorsque nous regardions vers le type d'accident, le résultat était encore plus évident : un FOP était présent auprès de 80% des plongeurs qui avaient subi un accident de décompression de type "cérébral", à l'oreille interne, ou la partie supérieure de la moelle épinière. Les plongeurs ayant subi un accident de décompression à hauteur de la moelle épinière basse, avaient un taux de FOP équivalent à celui des plongeurs contrôle.

Finalement, car c'était en fait notre objectif, l'analyse s'est focalisée sur les plongeurs qui avaient eu un accident de décompression "non mérité" et leurs "Buddys". Un accident de décompression était considéré "non mérité" lorsque le plongeur n'avait commis aucune faute envers la vitesse de remontée et les paliers de décompression. En plus de cela, il ne devait être relevé la présence de moins de trois facteurs à risque (comme la fatigue, le stress, l'alcool, l'effort, le froid, ...). Des 12 plongeurs avec un accident de décompression "non mérité" au cerveau, l'oreille interne ou la moelle épinière haute, il y en avait 9 (75%) avec un FOP important (passage de nombreuses bulles) et un avec un FOP faible (seulement quelques bulles). Chez les 14 plongeurs avec un accident de décompression "non mérité" de la moelle épinière basse, il y en avait seulement 4 (28,5%) avec un FOP important et deux avec un FOP faible.

Quelles conclusions pouvons nous tirer de cette étude ?

Il est évident que les FOP peuvent être une cause de certaines formes d'accidents de décompression. Les plongeurs qui ont un accident de décompression non mérité avec les symptômes d'une lésion cérébrale, de l'oreille interne, ou de la moelle épinière haut, doivent certainement réaliser un test FOP. Si un FOP important est présent, celui ci est certainement à mettre en cause dans le processus de l'accident de décompression. Si le plongeur en question veut à nouveau plonger, il aura intérêt d'adapter ses habitudes de plongée.

N'oubliez jamais qu'un accident de décompression n'est pas provoqué par le FOP mais par les bulles d'azote ! Il existe différentes manières de diminuer le nombre de bulles d'azote après la plongée comme, plonger dans la courbe de sécurité (donc sans palier de décompression), limiter la plongée à une profondeur de plus ou moins 30 mètres, remonter lentement (maximum 10 mètres par minute), faire un palier de sécurité de 5 minutes à une profondeur entre 3 et 6 mètres après chaque plongée, et la combinaison de ces règles va réduire presque totalement la présence de bulles d'azote (et donc d'accident de décompression). De même, la plongée au Nitrox, mais avec l'emploi des tables "air" (et naturellement avec les restrictions de profondeur selon la richesse de l'oxygène) va diminuer le risque de bulles d'azote d'un niveau important. Ainsi les plongeurs,

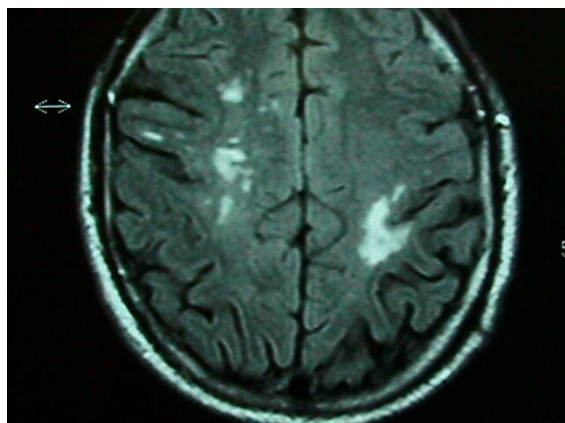
même ceux avec un FOP important peuvent continuer à plonger avec un risque acceptable d'accident de décompression.

Le risque augmenté d'accident de décompression pour les plongeurs avec un FOP par rapport à ceux sans FOP peut, suivant les études qui ont été menées à ce jour, être estimé à environ 2 à 2,5. Ceci veut dire que le risque d'un accident de décompression est deux fois plus grande. Est ce de trop ? Pas vraiment: les statistiques, effectuées par DAN Europe, nous indiquent un risque de 1 ADD pour 40.000 plongées en respectant les règles de précaution décrites ci-dessus. Les plongeurs FOP auraient donc un risque de 1 sur 15.000 plongées. Ceci est encore beaucoup moins élevé que le risque calculé par DAN pour des plongées avec paliers obligatoires à une profondeur de plus de -30 mètres (1 sur 6.500). Pourtant, peūx de plongeurs trouvent ce risque inacceptable ...

Toutefois ce sur-risque calculé n'est pas tout a fait correct. La seule manière pour le connaître ee réellement est une étude "prospective" d'un grand groupe de plongeurs. C'est ce qui se passe actuellement : DAN Europe à a développé une méthode pour, sans devoir faire avaler une sonde écho, effectuer un screening du FOP. Un produit contraste est toujours injecté via une veine de l'avant bras, mais la détection se fait via une sonde Doppler sur le pouls du cou et non plus via une sonde échocardiographique. Cet examen se fait plus rapidement (environ 15 minutes) et d'une façon plus agréable pour le plongeur. L'objectif est que chaque plongeur testé (4.000-5.000) puisse continuer à plonger normalement. Après 5 ans, une évaluation pourra être entreprise afin que le risque "réel" puisse être mesuré. Après, le résultat du test sera communiqué aux plongeurs – s'ils le désirent.

Pour cette étude, des candidats sont encore recherchés. Si vous souhaitez participer à ces importants travaux , prenez contact avec votre responsable de club ou directement avec DAN Europe Research (e-mail : [research@daneurope.org](mailto:research@daneurope.org) ).

Après la publication des résultats de la première recherche FOP, nombre d'articles ont été publiés et beaucoup de salive consommée sur le thème du FOP. Comme toujours, chaque réponse appelle une nouvelle question.



C'est ainsi que différents chercheurs ont pu constaté que de nombreuses personnes ayant eu un accident de décompression cérébral "non mérité" souffrent également de certaines affections au cerveau. Avec l'arrivée de scanners spécialisés (résonance magnétique), on a découvert chez beaucoup d'entre eux des "taches" dans le cerveau, sans gêne, ni suite pour le plongeur, mais dont on se demande si elles ne sont pas causées par les bulles d'azote. Un grand nombre de chercheurs cherchent à découvrir si ces lésions sont aussi présentes en grande quantité chez les plongeurs

ayant un FOP, mais n'ayant jamais eu d'accident de décompression. Si jamais c'était le cas, ce serait une raison de rechercher les FOP chez tous les plongeurs au début de leur "carrière" !

Comme toujours, il n'est pas facile de mettre une découverte fortuite en relation avec un phénomène fréquent comme le FOP. Pour cela, une étude scientifique bien menée est nécessaire, motifs pour lequel DAN Europe Research a mené les contacts nécessaires. Pour cette deuxième étude des candidats, des plongeurs depuis au moins 5 ans, ont été recherchés, avec en actif au moins 200 plongées dans leur carnet de plongée et n'ayant jamais ~~eu~~ subi d'accident de décompression. De plus, ces volontaires devaient avoir moins de 40 ans et être prêt à réaliser une échographie transoesophagienne. De même, une résonance magnétique du cerveau était prévue, ainsi qu'un test "neuropsychométrique". Ce dernier est un test de la vitesse de réaction de la mémoire, de la coordination, etc. Au total 200 candidats ont été recherchés, desquels 50 ont été tirés au sort pour participer effectivement à cette recherche. Ce tirage au sort est important car lors d'une enquête précédente, des plongeurs ayant déjà eu un ADD – mais n'ayant jamais été traité ni déclaré – avaient profité de l'occasion pour se faire "examiner convenablement". Pour réduire ce risque "d'autosélection", un tirage au sort devait être fait sur une grande population de candidats.

Les résultats de cette deuxième étude commencent à se définir. Ils sont rassurants, en effet; il apparait que la présence de ces taches cérébrales n'est pas significativement plus élevé chez les plongeurs ayant un FOP. D'autre part, les tests neuropsychométriques ne démontrent pas de différence entre ces deux groupes de plongeurs. On peut donc affirmer que la plongée avec FOP, mais sans accident de décompression (et donc à fortiori : en adoptant des habitudes de plongée "prudentes") ne semble pas entraîner de séquelles au niveau cérébral !

Reste donc à déterminer : le risque réel de la plongée sous-marine avec versus sans FOP. L'étude du « doppler carotidien » devient à nouveau crucial. Participer à cette étude est gratuit, et ne demande que peu de votre temps. Vous pouvez trouver plus d'informations sur le site web du DAN : [www.daneurope.org](http://www.daneurope.org) (section : Médecine – Recherche – Etudes FOP) – pour s'inscrire veuillez utiliser de préférence l'e-mail : [research@daneurope.org](mailto:research@daneurope.org) .