

# FOP

FORAMEN

OVALE

PERMÉABLE

## et accident de décompression

**Accidents de décompression d'oreille interne en plongée loisir, où en est-on du foramen ovale perméable (FOP)? Perspectives d'ouverture pour la reprise de la plongée. Par le Dr Frédéric Di Méglio, médecin ORL, diplômé de médecine hyperbare et de médecine subaquatique, instructeur national de plongée FFESSM.**





## Quel est l'état des lieux des ADD d'oreille interne ?

**L**es accidents de décompression ou plutôt de désaturation (ADD) d'oreille interne représentent en moyenne actuellement 25 % à 30 % des ADD en plongée loisir scaphandre. S'ils semblaient depuis 10 à 15 ans en nette recrudescence, ils paraissent se stabiliser actuellement autour de cette proportion. Notez qu'ils ne représentaient qu'un peu plus de 10 %, il y a 20 ans. Il faut souligner aussi que ce type d'accident de désaturation représente maintenant un pourcentage de 40 % chez les plongeurs seniors. De même, dans certaines régions du monde, en raison des profils de plongée ludion et multiniveaux, comme en mer Rouge, l'on atteint une proportion de 40 % des accidents de désaturation, alors qu'en plongée d'intervention professionnelle comme dans la Marine nationale, il ne correspond qu'à quelques pour cent des accidents. Notre forme de pratique liée à la plongée loisir pourrait être ainsi incriminée dans la genèse de ce type d'accidents. Cet ADD d'oreille interne intéresse autant la communauté médicale plongée loisir que celle des plongeurs. L'intrication avec un foramen ovale perméable (FOP) fait couler beaucoup d'encre. Avec du vrai et du faux. Essayons de mieux comprendre.

### Le FOP un facteur favorisant

Alors que 25 % à 30 % des individus pris au hasard dans la population présentent un FOP, on détecte un FOP chez 75 % des accidentés vestibulaires de plongée. Il est donc statistiquement évident que le FOP est impliqué dans l'ADD d'oreille interne. On doit le considérer comme un facteur de risque significatif, au sein d'un ensemble de facteurs. L'on estime qu'il y a 8 à 10 fois plus de risques, selon les études, d'avoir un ADD d'oreille interne dit immérité chez un plongeur porteur de FOP. Mais n'oublions pas qu'au même titre, l'excès de poids, la déshydratation ou la méforme physique, eux aussi sont de réels facteurs favorisant d'un ADD ! Le facteur primordial reste l'importance du dégazage des microbulles liée

au protocole de plongée. L'existence d'un FOP préalable mais surtout les éléments permettant l'ouverture et la perméabilisation de cette communication latente que représente le FOP sont les autres facteurs complémentaires. Dans le monde de la plongée, cette notion du FOP et de ses conséquences fut abordée par une publication en 1989 pour la première fois (Moon et coll.), suggérant un rapport causal entre ce *shunt* et l'accident de désaturation. Concernant les manœuvres d'équilibration prati-

quées en plongée, on retrouve environ 25 % de FOP chez le plongeur pratiquant la béance tubaire volontaire ou pratiquant des manœuvres passives d'insufflation de la trompe d'Eustache, donc la même proportion que dans la population générale. Par contre on retrouve plus de 50 % de FOP chez des plongeurs pratiquant le "Valsalva actif", dont on sait qu'il constitue un facteur susceptible d'ouvrir un FOP latent puisqu'il provoque une augmentation de pression intrathoracique (voir encart explicatif).



## Comment mieux comprendre le problème ?



Les ADD de l'oreille interne sont le plus souvent de type strictement vestibulaire (plus de 2/3 des cas) et plus rarement à participation cochléaire. C'est-à-dire qu'ils touchent essentiellement la partie de l'équilibre de l'oreille interne (portion vestibulaire) et beaucoup moins la partie de l'audition (portion cochléaire). Ce sont les troubles de l'équilibre qui dominent le tableau. Ils donnent une instabilité marquée ou de grands vertiges avec nausées et vomissements. Attention de ne pas le confondre par erreur avec un mal de mer. Ces ADD sont presque toujours d'apparition précoce (le plus souvent à la sortie de l'eau ou dans la première heure qui suit la plongée) et ont une tendance récurrente, c'est-à-dire que le risque de refaire un nouvel accident d'oreille interne après un premier est plus important. Les ADD cochléo-vestibulaires affectent peut-être plus volontiers les vieux plongeurs, ces derniers ayant pu avoir un long passé de plongeur sans aucun problème. La question est posée sur la possible plus grande perméabilisation d'un FOP latent avec l'ancienneté de la pratique de la plongée et avec la fréquence des Valsalva.

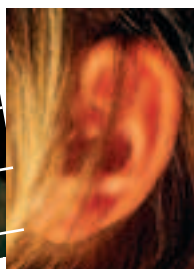
Schématiquement deux types de mécanismes peuvent être évoqués





vent personnellement d'ailleurs que le plus important n'est pas de savoir si l'on a ou non un FOP, mais surtout de connaître les facteurs favorisant l'ouverture d'un *shunt* latent afin d'éviter cette perméabilisation. Il ne faut pas

faire par contre un amalgame exclusif ADD d'oreille interne vestibulaire = FOP. Il existe parfois des causes objectives dans l'accident lié au profil et à la procédure de plongée, lequel accident n'est pas alors du tout immérité.

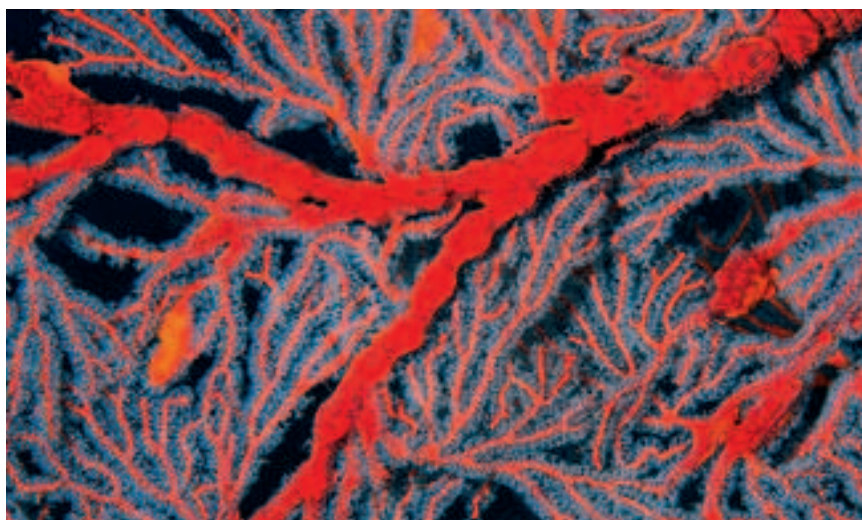


## Quels sont les facteurs favorisant l'ouverture d'un shunt ?

dans la genèse d'un accident de désaturation d'oreille interne. Dans le premier, les microbulles liées au dégazage en phase de désaturation peuvent être stagnantes *in situ* en excès au sein des liquides de l'oreille interne. Dans le second, des microbulles peuvent arriver dans le réseau terminal artériel du système vasculaire de l'artère vestibulaire par aéroembolisme paradoxal. Dans ce deuxième cas, la notion de *shunts* (c'est-à-dire communications cardiaque ou pulmonaire) et en particulier donc le FOP peut être impliquée. Le Dr Bruno Grandjean, président de la commission médicale nationale, considère que la plupart des ADD d'oreille interne mal expliqués (l'on dit immérités) dans la mesure où il y a eu respect apparent des procédures de désaturation, seraient liés à des *shunts*. Il convient donc de bien rechercher les causes possibles de l'ouverture d'un FOP latent. Je dis sou-

Il est vrai que l'utilisation de l'ordinateur a bouleversé la pratique de la plongée loisir. C'est à la même époque que l'on a vu une plus grande émergence dans le grand public plongée loisir de ce type d'ADD d'oreille interne.

C'est l'époque aussi de la transformation culturelle de la plongée récréative, passée d'une vision axée sur la profondeur (aller au plus profond en une plongée dite carré) à une vision axée sur le temps (passer plus de



## Le foramen ovale perméable

La perméabilité du foramen ovale a fait couler beaucoup d'encre dans le milieu de la plongée. Essayons de comprendre à quoi cela correspond. Le FOP est une anomalie cardiaque fréquente (25 à 30 % de la population générale). C'est un *shunt* cardiaque droite-gauche, à savoir une communication anormale qui persiste et peut faire passer du sang veineux de l'oreillette droite vers le circuit artériel de l'oreillette gauche, en court-circuitant le filtre pulmonaire. Ce court-circuit entre les deux oreillettes du cœur est fondamental lors de la vie embryonnaire. Chez l'embryon, il n'y a pas de respiration pulmonaire, le sang s'oxygène *via* le placenta et les cœurs droit et gauche communiquent par cet orifice. À la naissance, l'acquisition de la nouvelle fonctionnalité respiratoire aboutit à une modification des gradients de pression qui s'inversent cœur gauche/cœur droit. Ce clapet du trou de Botal va se fermer et se fibroser secondairement. Pour une partie de la population, il ne va pas se fermer totalement et peut se perméabiliser suite à certaines augmentations de pression de l'oreillette droite.

temps en plongée). L'utilisation de l'ordinateur en soi n'est pas en cause dans cette plus grande fréquence des ADD vestibulaires, mais il intervient dans la mesure où il banalise la plongée multiniveaux. Ce type d'immersion est nécessairement associé à des manœuvres d'équilibrage répétées pour chaque petite redescente et avec des Valsalva de plus en plus marqués en raison d'une congestion nasale au bout d'un certain temps de plongée. Tout cela peut favoriser l'ouverture d'un *shunt* et donc d'un FOP latent en fin de plongée (moment où la charge de gaz est notable, et d'autant plus problématique si l'on est en successive) avec le risque d'aéroembolisme. D'autre part ce profil de plongée multiniveaux peut favoriser des "deltas" de vitesse de remontée

## Dangers des Valsalva violents et des efforts en fin de plongée ou après

Nous savons tous depuis longtemps, depuis la mise en évidence de Spencer, que la décompression génère des bulles de gaz inerte (azote en plongée sportive à l'air) dites silencieuses dans la circulation veineuse et qui vont s'éliminer au fur et à mesure par le filtre pulmonaire. Si une augmentation de pression se réalise au niveau intrathoracique en fin de plongée ou après la plongée (suite à un effort, un Valsalva violent ou trop prolongé...), alors se produit un afflux de sang veineux vers le cœur droit et donc un afflux de bulles silencieuses, avec ensuite une augmentation de pression au sein de l'oreillette droite qui devient supérieure à celle de l'oreillette gauche. C'est ce que les médecins appellent une hyperpression intrathoracique, ceci peut favoriser l'ouverture d'un FOP latent et laisser passer des bulles dans la circulation artérielle du cœur gauche, là où elles ne devraient pas être, pouvant causer un accident de décompression par aéroembolisme paradoxal. Si beaucoup de plongeurs commencent à comprendre l'importance d'éviter les efforts en fin de plongée ou au retour de plongée, il importe de revenir sur notre manœuvre de Valsalva, bien connue et si facile à enseigner en première intention. On ne dira jamais assez que trop violente, elle n'est pas dénuée d'inconvénients tant pour l'oreille moyenne et interne (coup de piston) que pour les risques d'hyperpression

intrathoracique qu'elle engendre. Si elle est réalisée à la remontée ou lors d'une redescente en fin de plongée (suite à une plongée ludion type tropicale), elle peut faciliter ainsi l'ouverture d'un *shunt* type foramen ovale perméable. Nous ne reviendrons pas sur sa technique très vulgarisée, si ce n'est pour répéter qu'un Valsalva bien fait est un "non-violent". De plus, des Valsalva actifs et répétés favorisent turgescence et congestion des tissus naso-pharyngés, ce qui induit la nécessité d'un forçage de plus en plus grand pour ouvrir la trompe d'Eustache au fur et à mesure de la répétition des manœuvres. Ces forçages ne sont pas sans risque sur votre possible FOP latent cardiaque, puisque nous sommes environ 30 % des plongeurs et lecteurs de *Subaqua* à l'avoir potentiellement!... Donc soyez vigilant en dernière partie de plongée pour l'équilibrage de vos oreilles. Militons pour l'utilisation de manœuvres les plus passives possibles, en particulier avec la variante du Valsalva que je prône depuis 20 ans, faite d'une expiration brève nasale dans le masque sans pince nasale avec les doigts, facile à renouveler régulièrement pendant la descente. À force de l'écrire, de le dire et de l'enseigner, elle commence à être entendue par les moniteurs qui pourront enfin l'enseigner aux débutants. Merci pour les oreilles et les FOP de nos futurs plongeurs.

supérieure à la normale, en petit fond, à chaque petite ascension, responsable aussi d'un dégazage excessif. La pratique des remontées multiples trop souvent associée à l'enseignement de certains exercices techniques de remontée assistée encore appelée plongée yo-yo est aussi évidemment favorisante, car elle met en place ces mêmes facteurs. La commission technique s'est d'ailleurs penchée depuis plusieurs années sur une réflexion concernant l'enseignement d'un exercice dans sa verticalité. Les blocages respiratoires et les efforts même modestes en fin de plongée ou après la plongée peuvent également générer l'ouverture du FOP: secousses de toux, gonflement du gilet à la bouche, remontée à l'échelle avec le bloc sur le dos en bloquant la ventilation, tirage du



moillage, sortie du bloc de l'eau, portage d'un poids important au retour de la plongée... Ces différents effets peuvent se cumuler et favoriser l'ouverture du FOP. Il conviendrait au moins que ces efforts ne soient pas effectués en bloquant la respiration en inspiration. C'est-à-dire que si l'on doit faire après la plongée un effort bref, il faut le réaliser impérativement en expirant et non pas en inspiration poumons gonflés. Enfin vous connaissez tous le risque important lié à l'apnée après une plongée bouteille. En conclusion, tous les facteurs d'augmentation de pression intrathoracique (efforts en inspiration ou à glotte bloquée) peuvent ouvrir un *shunt* latent et donc un FOP. Il importe ainsi de bien connaître les facteurs qui vont favoriser l'ouverture d'un éventuel FOP latent.

P.M.R.





# FOP

## et accident de décompression

### Quelle attitude vis-à-vis du risque d'ADD chez le plongeur sportif porteur d'un FOP ?

56

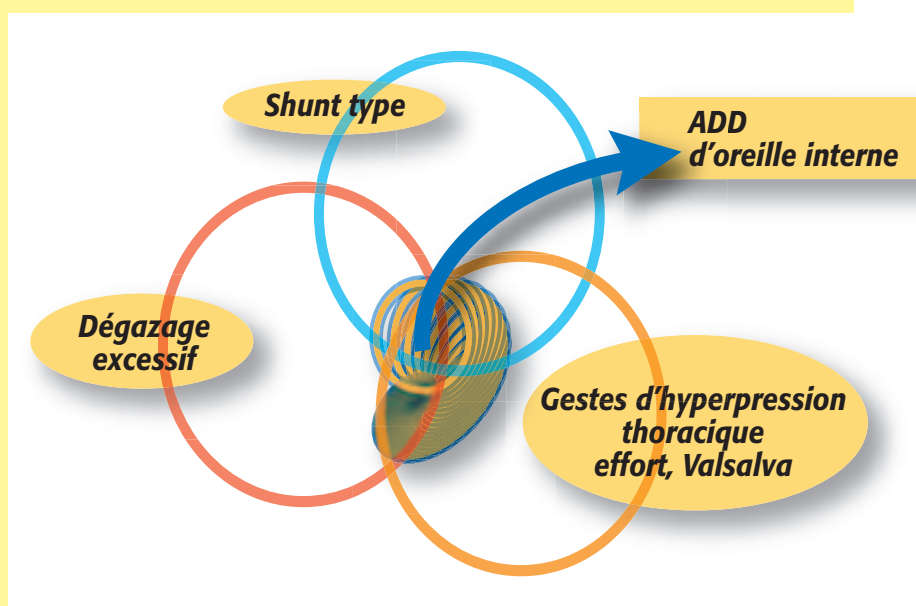
Aucune étude prospective de grande envergure, à ce jour finalisée ne permet de calculer le risque exact pour un plongeur porteur d'un FOP d'avoir un ADD, en respectant les procédures de plongée. Les analyses statistiques ont permis seulement de mettre en évidence une relation et donc une prévalence significative pour les ADD sans faute de procédure chez les porteurs de FOP. Comme le soulignait le Dr Grandjean, la proportion d'ADD sans fautes pouvant être rattachée au FOP est de plus de 40 % dans la population d'ADD avec respect de procédure. Retenons que la relation est très significative pour des ADD neurologiques centraux (cérébraux) et significative pour des ADD d'oreille interne. En prévention primaire, c'est-à-dire suite à une découverte fortuite d'un FOP sans rapport avec un accident de plongée, l'existence d'un *shunt* droite-gauche fait appliquer depuis longtemps des précautions dans les procédures de plongée de loisir: limitation de la profondeur à 30 m et de la durée des plongées réalisées dans la courbe de sécurité, pas de successives, pas de plongée multiniveaux, conseil plongée nitrox, pas d'efforts au fond, à la remontée et en surface, éducation sur le risque des Valsalva actifs.

Par contre, en prévention secondaire, suite à la découverte d'un FOP après accident de plongée neurologique cérébral ou accident d'oreille interne de décompression, la présence de ce dernier était en France jusqu'à ce jour une contre-indication définitive et absolue à la pratique de la plongée bouteille, même en cas de récupération intégrale, ceci selon le principe de précautions (pas de plongée, pas de bulles, pas de risques). Cette contre-indication avait été retenue il y a plusieurs années sur l'argument du risque de récurrence, dans l'attente d'une réévaluation ultérieure. Depuis quelques mois, plusieurs personnes au sein de la commission médicale nationale, le Dr Grandjean, le Dr Bergmann et moi-même, ont réfléchi sur le besoin et la nécessité de faire évoluer cette contre-indication définitive. D'autant que d'autres pays européens avaient avancé sur ce dossier vers une contre-indication relative et non pas absolue. N'oublions pas comme le soulignent des responsables médicaux du DAN, le Dr Germonpré et le Dr Balestra, que la cause principale de l'ADD ce sont les bulles, et non pas le FOP (la lecture du livre "PFO and the diver" du DAN Europe est à ce titre très intéressante pour les médecins

plongeurs). Déjà la Haute autorité de Santé (HAS) en France avait indiqué une mesure incitative à la réflexion pour cette problématique du FOP, en soulignant fortement que "la fermeture du FOP n'a pas démontré son efficacité vis-à-vis du risque de récurrence de ces ADD, par rapport à d'autres méthodes de prévention". L'on ne redira jamais assez que le vrai problème n'est pas le *shunt*, mais les bulles d'une part et les circonstances ouvrant le *shunt* d'autre part. Lors de sa dernière réunion en juin 2008 à Marseille, la commission médicale et de prévention nationale s'est positionnée à l'unanimité favorablement à partir d'un argumentaire développé par son président où la décision résulte des données de la science, dans un contexte donné et en fonction des souhaits du patient informé. Ceci a permis la levée de cette contre-indication médicale définitive à la plongée, suite à un ADD lié à la présence d'un FOP. Cette décision médicale a été proposée au comité directeur national de la FFESSM le 19 octobre dernier. Une reprise de la plongée avec FOP redevient maintenant possible en France, en installant une pratique sécurisée par la rigueur des procédures de plongée et par l'information éclairée du sujet.

## Méthodes de dépistage d'un FOP

Le dépistage systématique de la présence d'un FOP n'est pas à l'ordre du jour en plongée sportive et c'est tant mieux. Il existe un réel problème de coût de santé publique mais également une pénibilité de certains examens comme l'ÉTO. Plusieurs méthodes de diagnostic sont utilisées, les techniques ultrasonores de détection occupent une place prépondérante, certaines sont très performantes. L'échographie trans-thoracique (ETT) combinée avec une épreuve de contraste a tout d'abord été utilisée. Elle revient actuellement avec une amélioration de l'imagerie de 2<sup>e</sup> harmonique. Elle a été supplantée il y a une quinzaine d'années pour une meilleure qualité d'imagerie par l'échographie transœsophagienne (ÉTO): un échographe est introduit dans l'œsophage, on injecte ensuite un bolus gazeux dans une veine, l'on fait pratiquer des Valsalva et l'on recherche un passage de bulles du cœur droit vers le cœur gauche. Enfin, depuis plus d'une dizaine d'années, une autre technique moins invasive est apparue. Le doppler transcrânien (DTC): on injecte un bolus gazeux dans la circulation veineuse et à la suite de plusieurs



manœuvres de Valsalva, l'on analyse en technique de doppler à travers une "fenêtre osseuse crânienne" les vitesses circulatoires dans les principales artères de la base du crâne et le passage de bulles éventuelles. Cette dernière technique a le mérite de détecter (mais sans les distinguer) *shunt* intracardiaque comme le FOP et *shunt* intrapulmonaire. La quantification d'un *shunt* en détection, sensibilisée par un Val-

salva, est la suivante: Grade 0 = pas de bulle, grade 1 = moins de 20 bulles, grade 2 = plus de 20 bulles. L'indication de la recherche d'un *shunt* et en particulier d'un FOP est nécessaire en cas d'ADD neurologique cérébral ou en cas d'ADD d'oreille interne type vestibulaire dit sans fautes (plutôt que le mot immérité, l'on devrait utiliser le terme d'inexpliqué par la procédure de plongée).



## Quelles mesures préventives, en cas de reprise plongée, pour diminuer le risque de récurrence ?

Schématiquement, vis-à-vis du risque de récurrence, si le plongeur ne change pas de comportement, il aura de grandes chances de récurrencer son ADD d'oreille interne avec son FOP. S'il change de comportement en respectant les recommandations, le problème est totalement différent. Les recommandations pour une pratique sécurisée en cas de reprise de la plongée avec FOP sont de:

- Réduire la production de bulles circulantes par certaines procédures: ne pas réaliser de plongées nécessitant des paliers, ne pas réaliser de plongées

successives, ne pas plonger au-delà de 30 mètres, éviter les efforts en plongée et les efforts pendant les 3 heures suivant l'émersion, ne pas réaliser de plongée ludion ou de plongée yo-yo, réaliser une remontée lente (proche de 10 m/mn). Enfin l'utilisation du nitrox en plongée semble être une excellente indication.

- Diminuer le risque de passage des bulles à travers le FOP, en ne modifiant pas la pression intrathoracique: pour cela, ne pas réaliser de Valsalva intempestif ou forcé, en particulier en deuxième partie de plongée, ne pas

pratiquer d'apnées après une plongée scaphandre, éviter les efforts en respiration bloquée (remontée du mouillage, portages intempestifs, remontée à bord avec le bloc sur le dos, efforts de toux...), ne pas plonger en cas de mal de mer avec nausées.

- Améliorer les facteurs de risque généraux de la décompression: ne pas plonger fatigué, stressé, avoir un entraînement progressif et régulier, se méfier de la surcharge pondérale et être encore plus vigilant avec l'âge. ■