

PLONGÉE ET ACTIVITÉS SUBAQUATIQUES

La visite médicale de non contre-indication

Dr Mathieu Coulange (MD, PhD, Chef de service, Médecine hyperbare, subaquatique et maritime, Pôle RUSH, APHM, médecin commandant expert en secours nautique, aquatique et subaquatique à la Sécurité Civile, chercheur à l'UMR MD2 Dysoxie tissulaire, Aix-Marseille Université.)

La plongée subaquatique est un loisir en pleine expansion avec plus de 300 000 plongeurs en France. Les accidents restent rares, mais potentiellement graves. Cette activité est donc considérée comme un sport à risque. Un des moyens de prévention est la visite médicale préalable, réalisée par un praticien sensibilisé aux contraintes physiologiques inhérentes à ces activités subaquatiques, tel qu'un médecin agréé par la Fédération Française d'Études et des Sports Sous-Marins (FFESSM) ou un médecin titulaire d'un diplôme universitaire de médecine du sport, de médecine de plongée ou de médecine hyperbare.



INTRODUCTION

En 2014, la FFESSM a décidé de ne plus exiger de prérogative particulière concernant la qualification du médecin délivrant un certificat médical de non contre-indication à la plongée jusqu'au niveau 4. Cette position met un grand nombre de médecins dans une position très inconfortable en les contraignant

à intervenir dans un domaine qu'ils ne maîtrisent pas complètement, avec des décisions qui peuvent avoir des conséquences médico-légales non négligeables.

Après un bref rappel sur le matériel, les techniques de plongée, les contraintes physiologiques de l'immersion et la conduite à tenir

en cas d'accident, ce document présente les spécificités de la visite médicale de non contre-indication à la plongée subaquatique et aux autres activités subaquatiques telles que l'apnée sportive, la chasse sous-marine, le hockey subaquatique, la nage avec palmes, l'orientation subaquatique et le tir sur cible.

TECHNIQUE ET MATÉRIEL

Le plongeur de loisir est équipé d'un scaphandre autonome, appelé en anglais SCUBA (*self-contained underwater breathing apparatus*) (1) (Fig. 1). Ce matériel lui permet d'évoluer en toute liberté sous la surface de l'eau, grâce au gaz contenu dans une bouteille également appelée bloc et délivré au plongeur par l'intermédiaire d'un détendeur. Un manomètre permet de contrôler la quantité de gaz disponible tout au long de la plongée. La bouteille est fixée sur un gilet qui peut se gonfler directement à partir de la bouteille (*direct system*) ou se dégonfler grâce à des purges afin d'adapter la flottabilité en fonction de la profondeur. Le plongeur utilise une protection thermique allant d'une simple combinaison en néoprène jusqu'au vêtement complètement étanche. Une ceinture de lest lui permet de compenser la flottabilité positive liée à son équipement. Un profondimètre et une montre, ou plus couramment un ordinateur de plongée, lui donnent régulièrement les paramètres de sa plongée (durée, profondeur, température de l'eau, consommation de gaz, vitesse de remontée, palier de décompression...). En cas d'accident, il est possible d'extraire les données de son ordinateur afin de pouvoir analyser les facteurs favorisants.

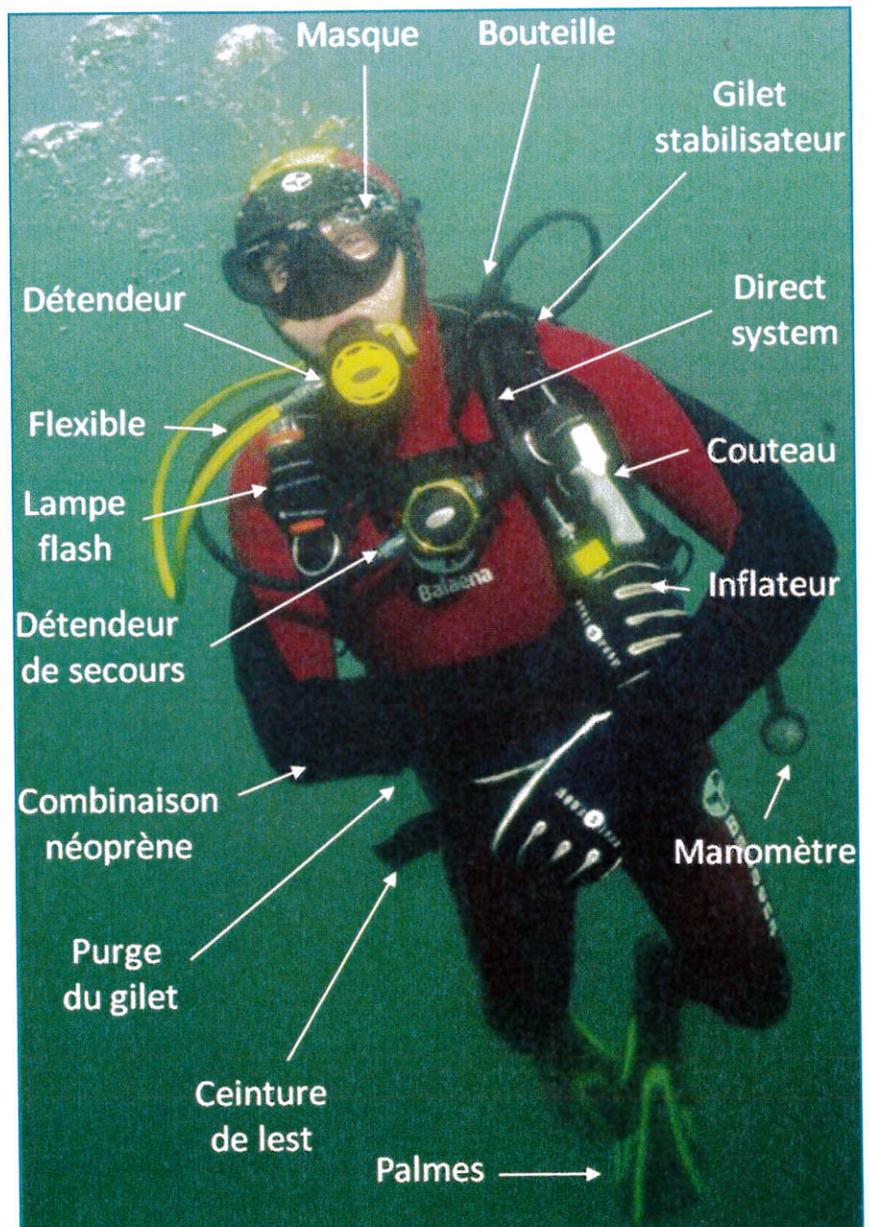


Figure 1 - Équipement du plongeur.

La plongée de loisir se pratique le plus souvent à l'air comprimé jusqu'à une profondeur de 50 m, voire 60 m en France. Au-delà, il est nécessaire de rajouter un troisième gaz, l'hélium, pour contrôler la narcose à l'azote, limiter le risque de crise convulsive hyperoxique et faciliter la mécanique ventilatoire. Ce mélange est un mélange ternaire dénommé trimix ou nitrhéliox. Il est également possible de remplacer complètement l'azote par l'hélium pour obtenir un mélange binaire oxygène/hélium, appelé héliox. Dans de plus faibles profondeurs, l'utilisation d'un mélange suroxygéné, appelé nitrox, limite les risques liés au dégazage et les effets narcotiques de l'azote. Au palier à 6 m, l'utilisation d'oxygène pur optimise la décompression. L'utilisation d'appareils à recyclage de gaz ou "recycleurs" permet d'augmenter l'autonomie en gaz, de maintenir une pression partielle élevée en oxygène quelle que soit la profondeur, d'améliorer le confort thermique et de limiter le rejet de bulles à l'extérieur. Le gaz carbonique expiré est fixé par une cartouche de chaux sodée et les gaz consommés compensés par une adjonction. Le mélange gazeux est ainsi ventilé en boucle, recyclé entre 80 et 90 % environ. Ce type de plongée, qui concernait il y a 20 ans un nombre restreint de plongeurs très expérimentés, est en pleine expansion, en particulier en plongée souterraine. Cette activité très spécifique, tout comme la plongée en lac, la plongée en

carrière, la plongée en fosse ou la plongée sous glace, doit nous inciter à maintenir un niveau de compétences en médecine de plongée suffisant sur tout le territoire français, y compris en dehors des zones côtières.

La plongée à l'air est répartie en quatre niveaux en fonction des prérogatives de profondeur et d'accès à l'autonomie du plongeur. Le plongeur de **niveau 1** évolue en groupe, appelé "palanquée", de une à quatre plongeurs, pour une exploration encadrée par un guide de palanquée dans la zone de 0 à 20 m. Le plongeur de **niveau 2** évolue dans les mêmes conditions que

LE NOMBRE D'ACCIDENTS DE PLONGÉE ADMIS DANS LES CENTRES HYPERBARES FRANÇAIS EST D'ENVIRON 350 PAR AN, SOIT 1 ACCIDENT POUR 6 À 10 000 PLONGÉES.

le niveau 1 mais dans une zone allant jusqu'à 40 m. Il est également autorisé à plonger en autonomie avec un ou deux plongeurs dans la zone de 0 à 20 m. Le plongeur de **niveau 3** plonge en autonomie jusqu'à 60 m. Le plongeur de **niveau 4** peut encadrer en exploration les niveaux 1 et 2. En 2012, le code du sport a redéfini les espaces d'évolution en fonction des gaz utilisés, du niveau de qualification de l'encadrement et des aptitudes du plongeur : jusqu'à 6 m, 12 m, 20 m, 40 m, 60 m, 70 m, 80 m et 120 m. Les aptitudes techniques sont définies en fonction du niveau d'autonomie et du type de mélange : plongée encadrée à

l'air (PE), plongée autonome à l'air (PA), plongée nitrox (PN) et plongée trimix ou héliox (PTH). La dénomination plongée (P) est associée à une profondeur maximale autorisée.

L'apnée sportive consiste :

- pour l'apnée statique, à rester le plus longtemps possible immobile (record du monde de 11 min 35 s réalisé par Stéphane Mifsud en 2009) ;
- pour l'apnée dynamique, à parcourir la plus longue distance horizontalement ;
- ou à atteindre en immersion libre la profondeur la plus importante, que ce soit en poids constant, en

poids variable ou en "no limit". Herbert Nitsch a atteint 214 m de profondeur en 2007. Ce record n'a toujours pas été battu en 2015.

Les activités subaquatiques de loisirs regroupent également la chasse sous-marine, le hockey subaquatique, la nage en eau vive, l'orientation subaquatique et le tir sur cible. Toutes ces données sont essentielles pour le médecin délivrant un certificat médical de non contre-indication. Elles permettent d'appréhender les contraintes environnementales et techniques du plongeur et ainsi d'adapter au mieux le contenu de la visite médicale pour prévenir tout risque d'accident de plongée.

ACCIDENTS DE PLONGÉE

Le nombre d'accidents de plongée admis dans les centres hyperbares français est d'environ 350 par an, soit 1 accident pour 6 à 10 000 plongées. La majorité des

accidents survient sur la côte méditerranéenne principalement l'été, avec des pics en mai (reprise de la plongée, week-end prolongé, mauvaise météo...), en juillet-août (pic

de fréquence) et en septembre (fin de saison, fatigue, période de formation...). Depuis quelques années, l'augmentation de la pratique en hiver et la diversification des sites,

en particulier en eaux intérieures, entraînent une répartition des accidents sur l'ensemble de l'année et du territoire.

Une étude épidémiologique récente menée sur plus de 500 accidents de plongée traités à l'Assistance publique des Hôpitaux de Marseille (2) montre que l'accidenté est significativement plus âgé (40 ans en moyenne) par rapport à la population de plongeurs affiliés à la Fédération Française d'Étude et de Sports Sous-Marins (FFESSM). Soixante-quinze pour cent sont de sexe masculin, ce qui correspond à la répartition normale dans la population de plongeurs de loisir. Dix pour cent ont déjà eu un accident de plongée. Tous les niveaux sont concernés, y compris les encadrants qui représentent 1/5^e des accidentés. Vingt pour cent surviennent au cours d'une formation. L'incidence augmente avec la profondeur. Néanmoins, plus d'un tiers des accidents surviennent lors de plongées dans l'espace médian (soit 5 à 30 m de profondeur). De plus, même si le danger semble quasiment nul dans l'espace proche (moins de 5 m), il reste présent y compris en piscine (3).

L'accident le plus fréquent est l'accident de désaturation (ADD) (53 %), suivi par le barotraumatisme grave (15 %) et par l'accident cardiovasculaire d'immersion ou œdème pulmonaire d'immersion (OPI) (5 %).

L'ADD survient classiquement chez un plongeur confirmé, de sexe masculin, âgé de plus de 40 ans, dans un contexte de fatigue et de déshydratation, au décours d'une plongée successive de longue durée à une profondeur importante. Le barotraumatisme concerne plutôt un jeune plongeur débutant, évoluant à faible profondeur. L'OPI apparaît chez un plongeur de niveau

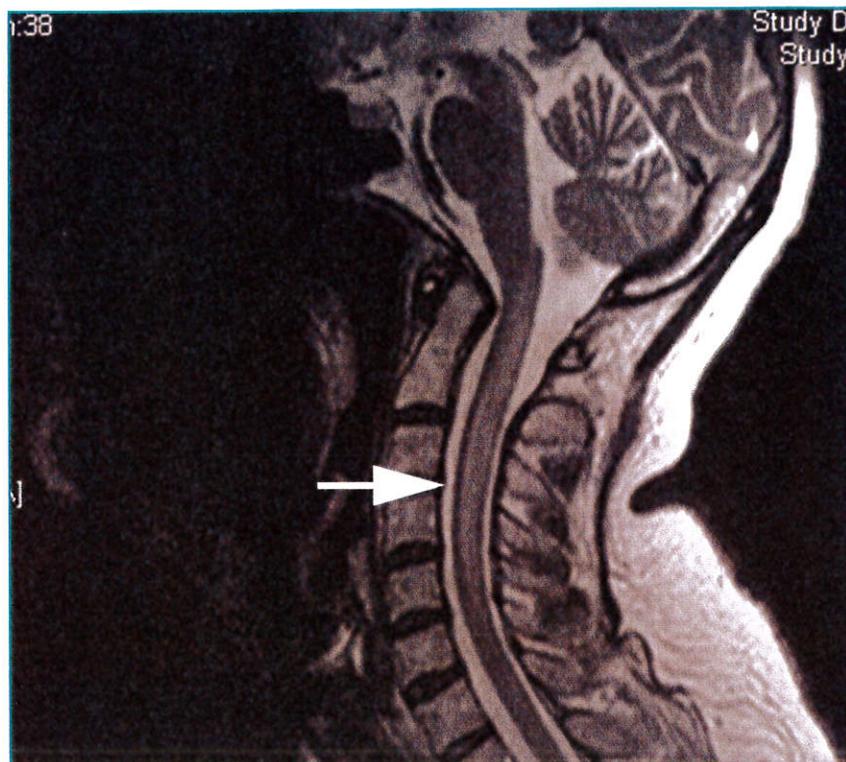


Figure 2 - ADD médullaire cervical.

intermédiaire, d'âge supérieur à 40 ans et présentant au moins un facteur de risque cardiovasculaire, évoluant dans un environnement contraignant (froid extrême, effort intense, stress psychologique, hyperoxie...). Il est de plus en plus fréquent et peut être potentiellement mortel (4) lorsqu'il survient dans un contexte de cardiopathie sous-jacente. Les accidents toxiques, les noyades et les décompensations de pathologies intercurrentes sont moins fréquents. Par ailleurs, 15 % des plongeurs adressés dans les centres hyperbares sont pris en charge à titre préventif pour une erreur de procédure sans signe clinique.

L'épidémiologie des accidents en apnée est méconnue. La syncope hypoxique est l'accident le plus sévère et probablement l'un des plus fréquents. La pratique de l'apnée peut également entraîner des barotraumatismes graves, des accidents cardiovasculaires d'immersion ou des accidents

neurologiques.

Le nombre de décès répertoriés en Méditerranée est d'une vingtaine par an. Les deux causes principales sont l'accident cardiovasculaire d'immersion et la noyade secondaire à un problème technique et/ou médical. L'embolie gazeuse systémique d'origine barotraumatique et la traumatologie viennent successivement en troisième et quatrième position.

Accidents de désaturation

Lorsque le plongeur s'immerge, la pression de l'eau, dite pression hydrostatique, augmente de 1 bar tous les 10 m. L'élévation de la pression hydrostatique crée un gradient de pression entre la pression partielle des gaz neutres (azote et/ou hélium) contenus dans le mélange ventilé et la pression partielle de ces mêmes gaz dissous dans l'organisme. Ils passent alors sous forme dissoute dans la circulation sanguine au travers de la barrière alvéolo-capillaire et sont distribués aux tissus. Lors de

la remontée, le gradient de pression s'inverse et les gaz neutres se trouvant en sursaturation dans les tissus sont éliminés de l'organisme sous forme dissoute ou bullaire par l'intermédiaire de la circulation sanguine et du filtre pulmonaire. Ce phénomène se nomme la désaturation. Elle obéit à une loi exponentielle en fonction du temps, prise en compte par les tables de plongée et les ordinateurs, qui doit être respectée lors de la remontée.

En cas de non-respect des procédures de décompression (vitesse de remontée, profondeur et durée des paliers), et/ou de facteurs favorisants individuels et environnementaux, la désaturation entraîne un afflux massif de bulles responsable d'un ralentissement circulatoire dans les plexus veineux épидурaux pouvant aboutir à un infarctus médullaire (ADD médullaire) (Fig. 2). Les bulles peuvent également emboliser la circulation pulmonaire, réduisant les échanges alvéolo-capillaires et entraîner un œdème pulmonaire lésionnel (ADD pulmonaire ou *chokes*). Parfois, elles passent sur le versant artériel par forçage du filtre pulmonaire avec ouverture de shunts intrapulmonaires ou par perméabilisation d'un foramen ovale pour aller se bloquer dans l'une des branches terminales de l'artère labyrinthique (ADD cochléo-vestibulaire) ou dans la circulation cérébrale (ADD cérébral). Au niveau de ces différentes localisations, le manchon gazeux interagit avec la paroi vasculaire entraînant une cascade de réactions inflammatoires responsable d'un état de précoagulation et d'une altération de la perméabilité vasculaire. L'ensemble de ces désordres est appelé "maladie de la décompression" (MDD). Des bulles extravasculaires non circulantes ont également été observées lors de la désaturation. Elles peuvent comprimer les terminaisons



Figure 3 - ADD cutané du flanc droit.

nerveuses proprioceptives de la peau (ADD cutané) (Fig. 3), distendre les capsules articulaires des grosses articulations (ADD ostéo-arthro-musculaire ou *bends*) (Fig. 4), ou détruire les structures sensorielles de l'oreille interne (ADD vestibulaire).

Les premiers signes apparaissent généralement au cours des 30 premières minutes après la sortie de l'eau. Cependant, certains peuvent se manifester plus de 20 heures après. Bien que la symptomatologie initiale soit souvent peu spécifique, le caractère inhabituel d'une asthénie ou de tout autre symptôme doit motiver le plongeur à déclencher une alerte sans délai afin de bénéficier d'une oxygénothérapie hyperbare (OHB) en urgence. L'OHB consiste à administrer un mélange suroxygéné par l'intermédiaire d'un masque, à une pression supérieure à la pression atmosphérique, dans une enceinte hermétique close appelée chambre hyperbare. Elle permet de fragmenter le manchon gazeux par un effet mécanique et de limiter l'hypoxie tissulaire par une augmentation de la pression partielle en oxygène. Elle doit être précédée par une oxygénation normale en continu lors du transfert de l'accidenté.



Figure 4 - ADD de la tête humérale.

En apnée, la répétition de plongées profondes peut entraîner une saturation en azote des tissus suffisante pour aboutir à un ADD neurologique, parfois appelé Taravana. Dans ce cas, il reste nécessaire d'éliminer un diagnostic différentiel tel qu'une embolie gazeuse cérébrale d'origine barotraumatique ou un vasospasme hypoxique.

Accidents barotraumatiques

Lors de l'immersion, l'élévation de la pression hydrostatique entraîne une diminution des volumes gazeux selon la loi de Boyle-Mariotte (pression x volume = constante) et inversement lors de la remontée. Ainsi, toutes les cavités aériques du corps humain peuvent être concernées. Le barotraumatisme survient principalement chez le plongeur débutant, le plus souvent à proximité de la surface où la variation de pression est la plus importante.

À la descente, la diminution du volume d'air dans l'oreille moyenne entraîne une gêne, secondaire à la mise en tension du tympan.

Le plongeur doit effectuer des manœuvres d'équilibrage afin d'injecter de l'air dans la caisse du tympan et ainsi éviter une otite barotraumatique. Il doit également souffler de l'air par le nez afin de prévenir un placage de masque. Lors de la remontée, un blocage expiratoire peut aboutir à une surpression pulmonaire (Fig. 5) avec hémorragie alvéolaire, pneumothorax, pneumomédiastin, emphyème sous-cutané et, dans le cas le plus grave, embolie gazeuse coronarienne et/ou cérébrale (5, 6). De façon exceptionnelle, une distension brutale du volume des gaz intragastriques peut se compliquer d'un pneumopéritoine et/ou d'une embolie gazeuse systémique plus ou moins associés à une rupture gastrique. Le plongeur peut également être victime d'une pneumocéphalie, d'un barotraumatisme sinusien, d'un barotraumatisme cochléo-vestibulaire ou d'un barotraumatisme dentaire. L'OHB doit être proposée en urgence en cas de barotraumatisme compliqué d'embolie gazeuse artérielle. Une atteinte vestibulaire peut nécessiter une recompression thérapeutique après avis spécialisé pour éliminer une fistule lymphatique.

L'apnéiste est soumis aux mêmes contraintes barotraumatiques que le plongeur en scaphandre autonome.

Accidents cardiovasculaires d'immersion ou œdèmes pulmonaires d'immersion

Lors de l'immersion, la pression hydrostatique génère une contention des tissus mous périphériques responsable d'une redistribution des volumes sanguins vers le thorax. Le froid entraîne une vasoconstriction et une bradycardie. L'augmentation de la quantité d'oxygène consécutive à la majoration de la pression ambiante aggrave les phénomènes précédents

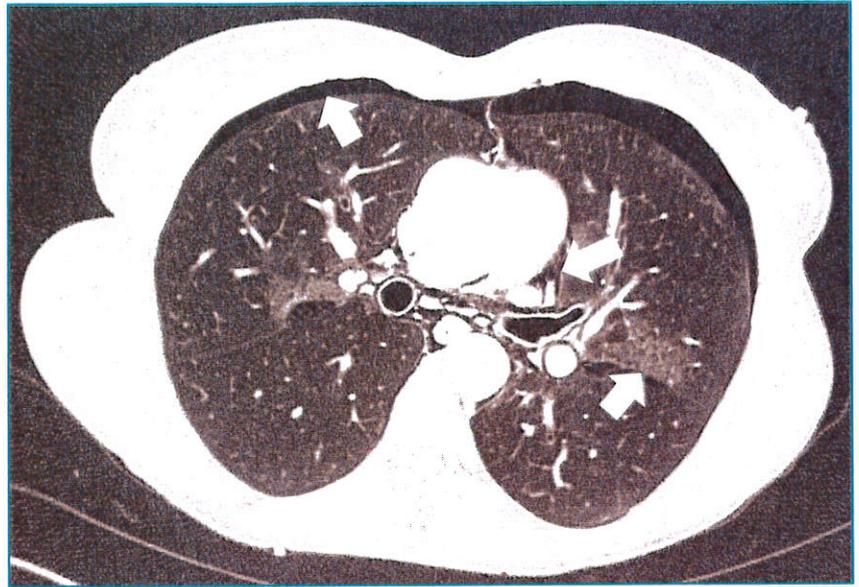


Figure 5 - Barotraumatisme thoracique avec pneumothorax bilatéral, pneumomédiastin et hémorragie intra-alvéolaire.



Figure 6 - Œdème pulmonaire d'immersion avec des aspects en verre dépoli en tomodynamométrie.

et provoque un inotropisme négatif (7). Au cours de la remontée, le changement de position stimule le système neuro-végétatif et majore le travail ventilatoire. L'augmentation de la dépression inspiratoire accentue le gradient de pression alvéolo-capillaire. La combinaison de ces facteurs hémodynamiques et ventilatoires peut générer un œdème pulmonaire qui se manifeste par une gêne respiratoire, une toux, une expectoration

mousseuse voire une hémoptysie (8, 9). Les premiers signes sont rarement intenses et la distinction entre une surpression pulmonaire ou un *chokes* n'est pas toujours évidente. Toutefois, toute symptomatologie respiratoire chez un plongeur doit bénéficier d'une TDM thoracique afin d'éliminer un pneumothorax (Fig. 5) et de rechercher un aspect en verre dépoli caractéristique de l'OPI (Fig. 6). L'évolution est rapidement favorable à la fin de

l'immersion et la mise sous oxygène normobare se fait pendant 24 à 48 heures. La réhydratation doit être prudente. La ventilation non invasive accélère la récupération. Cet accident peut néanmoins être rapidement mortel (4) lorsque le patient présente une pathologie cardiaque sous-jacente méconnue, non avouée ou non recherchée lors de la visite d'aptitude.

En apnée, la diminution du volume pulmonaire lors de la descente facilite la redistribution des volumes sanguins périphériques vers le thorax. Ce mécanisme (*blood shift*) s'associe aux phénomènes précédemment décrits et provoque une augmentation de la pression transmurale. Cette hyperpression peut aboutir à une transsudation avec constitution d'un œdème intra-alvéolaire, voire une rupture alvéolo-capillaire avec passage intra-alvéolaire de globules rouges.

Accidents biochimiques

Lorsque la pression hydrostatique augmente, la pression partielle des gaz ventilés se majore dans les mêmes proportions et chaque gaz peut devenir ainsi toxique. L'excès d'oxygène modifie le seuil épileptogène et peut déclencher une crise convulsive hyperoxique chez un sujet à risque. L'azote génère une narcose, encore appelée ivresse des profondeurs, dès 30 m. La narcose peut entraîner une réaction inappropriée ou une attaque de panique, à l'origine d'une noyade ou d'une remontée rapide. L'effort intense à grande profondeur génère une production excessive de CO₂ avec risque d'essoufflement et de noyade. L'utilisation de recycleurs ou de mélanges gazeux autres que l'air majore ce risque et peut également entraîner une syncope hypoxique. Du CO₂, du CO ou des vapeurs d'huile peuvent contaminer l'air des bouteilles et atteindre des seuils toxiques lorsque

la pression augmente.

Chez l'apnéiste, la syncope est l'une des causes les plus fréquentes d'accident grave. Elle survient généralement lors des derniers mètres ou en surface. Elle se traduit par une perte de conscience, le plus souvent sans signe annonciateur, et cède très rapidement après quelques stimulations. En l'absence d'assistance, la syncope peut se compliquer d'une noyade potentiellement mortelle. La "samba" est également liée à l'hypoxie. Elle se traduit par des mouvements incoordonnés avec un état de conscience conservé.

Au total, l'accident de plongée est une urgence médicale vraie qui regroupe un nombre important de pathologies spécifiques et souvent méconnues. Le polymorphisme clinique et les contraintes de terrain imposent une prise en charge préhospitalière simple et rapide associée à une médicalisation ciblée, un avis spécialisé

thématiques de la SFMU de Brest en 2012 (11). Les points essentiels sont que :

- tout signe qui apparaît dans les 24 heures qui suivent une plongée est un accident de plongée jusqu'à preuve du contraire ;
- toute erreur de procédure même sans signe doit être prise en charge comme un accident de plongée ;
- tout accident de plongée doit bénéficier d'un avis médical hyperbare.

L'alerte doit être précoce au Centre Régional Opérationnel de Surveillance et de Sauvetage (CROSS ; VHF canal 16, GSM : 196) en mer, ou par téléphone au 15, 18 ou 112 à terre. L'utilisation d'une fiche d'alerte, disponible sur le site de Medsubhyp, facilite la transmission des informations (12). L'oxygénation doit être débutée sans délai à 15 L/min quelle que soit la saturation en oxygène de l'hémoglobine et associée à une réhydratation de 0,5 à 1

TOUT SIGNE QUI APPARAÎT DANS LES 24 HEURES QUI SUIVENT UNE PLONGÉE EST UN ACCIDENT DE PLONGÉE JUSQU'À PREUVE DU CONTRAIRE.

précoce et un transfert direct vers un centre de référence.

Conduite à tenir en cas d'accident

La prise en charge initiale d'un accident de plongée survenant en mer fait l'objet d'un consensus publié dans le Référentiel « Aide médicale en Mer » de la Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU) et de SAMU Urgences de France (10), réactualisé en partenariat avec la Société Française de Médecine Maritime (SFMM) et la Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de Langue Française (Medsubhyp). Des données complémentaires concernant les spécificités de la prise en charge d'un accident en eaux intérieures ont été présentées lors des Journées

L par heure. La prise d'aspirine est optionnelle. Elle doit être précoce à une dose inférieure à 500 mg en l'absence de trouble de la conscience, de saignement ou d'allergie. Son administration peut être validée par le médecin régulateur lors du message d'alerte. En cas d'arrêt cardiaque, la réanimation doit être débutée par une série de cinq insufflations, suivie d'une séquence de 30 compressions pour deux insufflations avec un rythme de 100 compressions par minute. Le défibrillateur automatisé externe doit être mis en place le plus précocement possible. L'accidenté doit être allongé sur une surface sèche, non métallique, ou isolé du sol par deux serviettes ou une planchette. Le torse doit être séché, en particulier entre les deux électrodes.

Idéalement, le moteur du bateau devrait être coupé pour faciliter l'analyse du tracé. Le choc peut alors être délivré si l'appareil l'indique et que les conditions sont favorables. Une fiche d'aide à la prise en charge initiale est également disponible sur le site de Medsubhyp (12). La médicalisation préhospitalière doit être limitée aux détresses vitales, aux signes thoraciques et aux situations d'éloignement. Le pneumothorax compressif doit être immédiatement exsufflé. L'ADD et l'embolie gazeuse d'origine barotraumatique doivent être orientés d'emblée vers le service de médecine hyperbare le plus proche pour bénéficier d'une recompression la plus précoce possible.

La préparation préalable d'un plan de secours adapté aux spécificités de terrain, conformément à la

réglementation, est un élément essentiel. Il précise les modalités d'alerte, les coordonnées des services de secours et les procédures d'urgence à appliquer. Un lot de secours doit être en permanence disponible. Il comprend au minimum un moyen de communication, de l'eau douce potable, un ballon de ventilation auto-remplisseur à valve unidirectionnelle avec sac de réserve d'oxygène, trois masques de tailles différentes, un masque à haute concentration, un ensemble d'oxygénothérapie normobare médicale avec un manodétendeur, un débitmètre, un tuyau de raccordement, une couverture isotherme et une fiche d'évacuation. La bouteille d'oxygène doit avoir une capacité suffisante pour permettre une prise en charge adaptée jusqu'à l'arrivée

des secours spécialisés. L'aspirateur à mucosité, bien que non obligatoire, est fortement recommandé. Malgré tout, cette prise en charge reste complexe. Il est donc indispensable de renforcer les politiques de prévention dont les principaux axes sont la pratique de la plongée dans une structure professionnelle, l'adaptation des profils de plongée en fonction des contraintes environnementales et des capacités physiques et psychiques du plongeur, le respect des procédures, la réhydratation orale systématique au décours des plongées, la limitation des activités physiques dans les 6 heures qui suivent et surtout la réalisation d'une visite médicale de non contre-indication effectuée par un médecin sensibilisé aux spécificités de cette activité.

VISITE MÉDICALE DE NON CONTRE-INDICATION AUX ACTIVITÉS SUBAQUATIQUES

Le certificat médical est obligatoire pour la délivrance de la première licence à la FFESSM et fortement conseillé avant un baptême pour prévenir les effets des contraintes cardiovasculaires et ventilatoires liées à l'immersion et les risques barotraumatiques présents dès les premiers mètres. Il doit être renouvelé tous les ans par un médecin dont les qualifications dépendent des disciplines pratiquées. En juin 2014, le comité directeur national de la FFESSM a modifié ses directives en matière de certificat médical en autorisant tout médecin inscrit à l'Ordre des médecins à délivrer un certificat pour les formations niveau 1 (y compris chez l'enfant de plus de 12 ans), niveau 2, niveau 3 et l'ensemble des qualifications (14). Les passages du niveau 4 et des monitorats fédéraux et la pratique du recycleur ou du trimix requièrent un examen par un médecin fédéral, c'est-à-dire

un médecin titulaire d'une licence fédérale, présenté par un président de club et participant à des actions de formations, d'enseignements et de surveillance médicale de compétition. Les médecins diplômés en médecine du sport, en médecine de plongée ou en médecine hyperbare sont également habilités. La reprise de la plongée après un accident ne peut se faire qu'après avis d'un médecin fédéral, d'un médecin de plongée ou d'un médecin hyperbare, tout comme le certificat pour l'enfant de 8 à 14 ans. En cas de pathologie (valvulopathie, arythmie, coronaropathie, shunt droite-gauche, surdité, asthme, pneumothorax spontané, hémophilie, diabète insulino-dépendant...), ou de traitement particulier (antiarythmique, bêta-bloquant...), la visite ne peut être réalisée que par un médecin expert fédéral, un médecin de plongée ou un médecin hyperbare. En

situation de handicap, le médecin rééducateur est également autorisé à délivrer un certificat. Pour le compétiteur, le certificat de non contre-indication des activités en compétition peut être validé par un médecin du sport, un médecin fédéral, un médecin de plongée ou un médecin hyperbare. Le sportif de haut niveau doit respecter la liste et la périodicité des examens établies par la commission médicale. Le moniteur salarié est considéré comme un travailleur intervenant en conditions hyperbares. Il doit donc bénéficier d'une aptitude médicale aux interventions en milieu hyperbare délivrée par son médecin du travail.

Au moindre doute, le médecin examinateur peut faire appel à un médecin fédéral ou à un médecin expert exerçant dans l'un des centres hyperbares français dont les coordonnées sont accessibles sur le site de Medsubhyp (12). Il

peut également utiliser des algorithmes d'aide à la décision ou la liste indicative des contre-indications disponibles sur le site Internet de la commission médicale de la FFESSM (13). En 2016, les recommandations de bonne pratique pour la prise en charge en santé au travail des salariés intervenant en conditions hyperbares, élaborées par Medsubhyp et la Société Française de Médecine du Travail (SFMT) devraient être adaptées aux activités subaquatiques de loisirs et ainsi faciliter la décision médicale.

La visite initiale

L'examineur effectue un interrogatoire à la recherche d'éventuels antécédents personnels ou familiaux (épilepsie, asthme, pneumothorax, cardiopathie, mort subite inexpliquée...), vérifie le statut vaccinal (antitétanique, anti-poliomyélite et éventuellement anti-leptospirose), et pratique un examen clinique approfondi, appareil par appareil. L'interrogatoire peut être précédé par la lecture du carnet de santé et la réalisation d'un autoquestionnaire. Un exemple est disponible sur le site de Medsubhyp (12).

Examen neurologique

Les modifications du seuil épileptogène par l'augmentation de la pression partielle en oxygène incitent à la plus grande prudence chez les sujets à risque de convulsion. La réalisation d'un électroencéphalogramme avec hyperpnée et stimulation lumineuse intermittente doit donc être discutée en cas d'antécédent de pertes de connaissance inexpliquées, de crises d'épilepsie, d'un traumatisme crânien sévère, d'une infection cérébrale ou d'un accident vasculaire cérébral. Il peut être complété par une imagerie cérébrale et un enregistrement de sommeil.

Une effraction méningée neurochirurgicale, ORL ou traumatique favorise le risque de pneumocéphalie et, par conséquent, contre-indique la plongée.

Un syndrome déficitaire sévère

Anglo-saxons autorisent toutefois la plongée sous antidépresseurs à condition que le patient soit cliniquement stable, sous traitement de dernière génération (inhibiteurs de la recapture de la sérotonine

LE CERTIFICAT MÉDICAL EST OBLIGATOIRE POUR LA PREMIÈRE LICENCE ET FORTEMENT CONSEILLÉ AVANT UN BAPTÊME POUR PRÉVENIR LES EFFETS DES CONTRAINTES CARDIOVASCULAIRES ET VENTILATOIRES.

avec atteinte motrice majeure ou une incapacité motrice cérébrale est incompatible avec la plongée, en dehors d'une prise en charge dans une structure adaptée au handicap et d'une évaluation par un médecin fédéral ou un médecin rééducateur.

La présence d'une lombosciatalgie récidivante non chirurgicale impose une adaptation au port de charge et des conseils de pratique pour limiter la désaturation.

Examen psychiatrique

Les facteurs de vulnérabilité au stress comme des antécédents psychiatriques ou une addiction doivent être recherchés. Ils peuvent être à l'origine d'une attaque de panique lors de plongées profondes ou d'une situation inhabituelle dans des conditions de plongée défavorables. L'avis spécialisé, éventuellement orienté par un autoquestionnaire d'évaluation du niveau d'anxiété de fond (*State-Trait Anxiety Inventory* ou *Anxiety Sensibility Index*), doit être demandé au moindre doute afin de discuter d'une contre-indication ou d'une restriction de profondeur à 30 m.

Les troubles psychiatriques sont généralement incompatibles avec la plongée tout comme les addictions ou la prise de psychotropes qui peuvent majorer la narcose à l'azote, modifier le seuil épileptogène et altérer l'adaptation cardiovasculaire à l'effort. Les

par exemple...), débuté depuis au moins 3 mois pour vérifier l'absence d'effets secondaires majeurs, sans association avec un autre médicament psychotrope, avec une absence de conduite suicidaire et une profondeur de plongée limitée à 30 m.

Examen oto-rhino-laryngologique et stomatologique

Une variation brutale du volume gazeux dans l'oreille moyenne peut provoquer une atteinte grave de l'oreille interne. Par conséquent, les antécédents de tympanoplastie avec montage ossiculaire, de tympanosclérose, de dysperméabilité tubaire sévère, d'otospongiose opérée, de fracture du rocher ainsi que la présence d'une perforation tympanique, d'un déficit audiométrique > 70 dB sur plusieurs fréquences, d'une fistule labyrinthique ou d'un déficit vestibulaire séquellaire sévère avec une asymétrie vestibulaire de plus de 50 % sont le plus souvent incompatibles avec les activités subaquatiques. L'otoscopie avec manœuvre d'équilibration active de la caisse du tympan est un élément essentiel dans le dépistage de la dysperméabilité tubaire. Elle permet également de vérifier l'état et la perméabilité du conduit auditif externe. La présence d'exostoses est fréquente chez les nageurs et les surfeurs. Elles ne nécessitent une prise en charge chirurgicale avant la plongée que si elles sont

associées à des otites externes récidivantes ou à une baisse d'audition. L'impédancemétrie peut être proposée lorsque la mobilité tympanique n'est pas visualisée à l'otoscopie et que le patient se plaint d'otalgies lors des variations de pression en avion ou en apnée. Le futur plongeur doit, dans tous les cas, être sensibilisé sur l'importance de signaler dans les plus brefs délais à son médecin de plongée tout épisode médical intercurrent pouvant modifier la fonction tubaire, afin de mettre en place des mesures préventives pour éviter un barotraumatisme de l'oreille. Le jeune enfant doit être informé de la nécessité de bénéficier d'un avis spécialisé ORL à la moindre difficulté d'équilibration ou en cas d'otites sérumuqueuses récidivantes afin d'éliminer une immaturité tubaire. En cas de doute sur une hypoacousie clinique, l'examen doit être complété par une audiométrie tonale et un avis spécialisé. En fonction des résultats, une autorisation peut être discutée par le médecin fédéral selon les recommandations de la FFESSM, téléchargeables sur Internet (13). Cette décision dépend du niveau d'hypoacousie et de l'état de l'oreille controlatérale. La présence d'une anomalie clinique vestibulaire ou d'un antécédent de vertige nécessite un avis spécialisé et des explorations vestibulaires complémentaires. En cas d'atteinte vestibulaire modérée séquellaire, une autorisation peut se discuter avec restriction de profondeur, absence d'obscurité et repère visuel permanent. La palpation sinusienne doit être indolore. Une polypose sinusienne symptomatique ou une sinusite chronique doivent être traitées avant toute plongée pour prévenir le risque de barotraumatisme. L'examen endobuccal doit être complété par l'avis d'un chirurgien-dentiste au moindre doute

afin d'éliminer une atteinte buccodentaire pouvant être aggravée par les variations de pression ou l'exposition au froid.

Examen ophtalmologique

L'interrogatoire recherche une contre-indication à la plongée telle qu'une pathologie vasculaire de la rétine, de la choroïde, ou de la papille susceptible de saigner, un kératocône supérieur à un stade 2 ou la présence d'un implant creux. Le futur plongeur doit être informé qu'une vision binoculaire avec correction inférieure à 5/10 ou une acuité d'un œil inférieure à 1/10 et de l'autre avec correction inférieure à 6/10 contre-indique la plongée en autonomie à plus de 20 m de profondeur. Le port de lentilles est compatible avec la plongée tout comme la mise en place de verres correcteurs sur le masque. Un traitement local par bêtabloquants nécessite une évaluation par épreuve d'effort et une exploration fonctionnelle respiratoire pour éliminer une limitation de l'adaptation à l'effort ou un retentissement ventilatoire.

En cas de chirurgie et sous couvert de l'accord de l'ophtalmologiste traitant, le délai minimum de contre-indication à la plongée est d'1 mois pour une opération de la myopie, de 2 mois pour une opération de la cataracte, du glaucome ou après une chirurgie vitréo-rétinienne et de 8 mois pour une greffe de cornée. En cas de chirurgie avec mise en place de gaz dans l'œil, la plongée n'est possible qu'après disparition complète de ce gaz.

Examen cardiovasculaire

Les modifications neurovégétatives et l'augmentation des régimes de pressions intracardiaques inhérentes aux contraintes d'immersion doivent écarter tout sujet à risque de syncope, d'ischémie

myocardique, d'insuffisance cardiaque ou de rupture vasculaire. Par conséquent, l'interrogatoire doit systématiquement rechercher une symptomatologie d'effort. L'insuffisance cardiaque symptomatique, la cardiomyopathie obstructive, la tachycardie paroxystique, le bloc auriculoventriculaire (BAV) II ou complet non appareillé, la maladie de Rendu-Osler sont des contre-indications. La présence d'une coronaropathie, d'une prise de bêtabloquants, d'une valvulopathie, d'un trouble du rythme, d'un trouble de la conduction ou d'un pacemaker impose une évaluation par un médecin fédéral (13). Des antécédents familiaux de mort subite inexplicée ou de coronaropathie à un jeune âge ainsi que toute anomalie auscultatoire en dehors d'un souffle systolique bénin doivent faire l'objet d'un avis spécialisé. La réalisation d'un électrocardiogramme de repos avant 40 ans permet d'éliminer la plupart des cardiopathies arythmogènes familiales. L'utilisation d'une grille de lecture est recommandée pour optimiser son interprétation (12). Au-delà de 40 ans chez l'homme et de 50 ans chez la femme, l'épreuve d'effort est fortement recommandée en particulier en cas de tabagisme actif ou sévré depuis moins de 5 ans, de dyslipidémie avec un taux de LDL > 1,5 g/L ou d'obésité avec un IMC > 30. Elle est également recommandée par la FFESSM chez le plongeur de plus de 60 ans en cas de reprise d'une activité sportive, de compétition ou de passage de brevet avec épreuve physique (initiateur, niveau 4, moniteur fédéral) (13).

L'hypertension artérielle doit être dépistée minutieusement en réalisant en cas de doute des contrôles itératifs et/ou une mesure ambulatoire de la pression artérielle. En cas de confirmation, un bilan cardiaque est indispensable avec a

minima une exploration cardiaque anatomique et fonctionnelle, au repos et à l'effort. Le traitement doit être adapté à la plongée, en évitant si possible les diurétiques et les bêtabloquants. L'hypertendu doit être stabilisé et maintenir une activité physique régulière avant de débuter la plongée. Lors des activités subaquatiques, il doit limiter le stress psychique, le froid et l'hyperoxie. La plongée doit être interrompue au moindre symptôme.

La recherche d'un shunt droite-gauche par échographie transthoracique et carotidienne ou transcrânienne avec injection de produit de contraste et manœuvre de sensibilisation n'a aucune indication en prévention primaire. En cas de découverte fortuite, une contre-indication ou une plongée avec restriction doivent être proposées. Les restrictions visent à réduire la production de bulles circulantes et à éviter la perméabilisation du foramen ovale (éviter le froid, proscrire la plongée "Yoyo®", limiter à une plongée par jour à une profondeur maximale de 20 m avec possibilité d'extension à 30 m en fonction des facteurs de risque individuels et de l'utilisation d'un mélange suroxygéné, pas d'effort, remonter lentement, effectuer systématiquement un palier de sécurité, pas de Valsalva ou de redescende en fin de plongée, se réhydrater après la plongée, pas d'effort intense à glotte fermée dans les heures qui suivent...) (13).

Examen pneumologique

Lors d'une remontée rapide, le risque de barotraumatisme grave est d'autant plus grand qu'il survient sur un poumon pathologique. Toute pathologie pouvant être à l'origine d'une fragilisation du parenchyme ou d'une gêne à l'expiration doit être dépistée. L'examen recherche une cicatrice de chirurgie ou de drainage thoracique.



Figure 7 - TDM thoracique chez un plongeur fumeur présentant une fibrose et une volumineuse bulle pariétale.

L'auscultation vérifie l'absence de bruits anormaux ou atténués compatibles avec un asthme, une bronchite chronique ou une maladie bulleuse. Elle doit être complétée par une exploration fonctionnelle respiratoire au moindre doute. Toute pathologie modifiant significativement l'hématose ou les caractéristiques mécaniques de la membrane alvéolocapillaire contre-indique la plongée. La radiographie thoracique systématique n'est pas indiquée. La TDM thoracique est prescrite s'il existe des signes d'appel à l'interrogatoire, à l'examen clinique ou à l'exploration fonctionnelle. La présence de bulles pariétales en particulier chez le fumeur doit faire discuter une contre-indication absolue. La plongée est possible après un pneumothorax traumatique ou iatrogène après un délai minimum de 3 mois et en l'absence d'une atteinte ventilatoire en spirométrie ou d'un kyste gazeux séquellaire au scanner. La réalisation d'une boucle débit volume avec un test de réversibilité aux bêta-2-mimétiques peut permettre au médecin fédéral d'autoriser un asthmatique léger à la pratique de la plongée, selon les recommandations de la FFESSM téléchargeables sur Internet (13). Une contre-indication doit être prononcée en

cas d'asthme d'effort, d'asthme au froid, d'antécédent de crise d'asthme grave, d'asthme non stabilisé avec un traitement de fond, d'insuffisance respiratoire, de pneumopathie fibrosante, de vascularite pulmonaire, de chirurgie pulmonaire ou de pneumothorax spontané. La restriction de profondeur ne peut pas être considérée comme une alternative puisque le gradient de pression, et donc le risque barotraumatique, est le plus important dans les 10 premiers mètres (Fig. 7).

Examen hépato-gastro-entérologique

Lors de la remontée, l'augmentation des volumes gazeux contenus dans les cavités digestives peut être à l'origine de contraintes barotraumatiques. Ainsi, toute fragilité de la paroi digestive consécutive à un ulcère, une poussée inflammatoire digestive, un reflux ou une chirurgie récente doit faire l'objet d'une contre-indication temporaire. Toute chirurgie gastro-œsophagienne pouvant gêner l'évacuation d'un excès de gaz par le cardia contre-indique la plongée. Par ailleurs, le port de charge doit être limité en cas de fragilité de la paroi abdominale. Les échanges d'embouts buccaux doivent être évités en cas d'hépatites virales actives. La présence d'une hépatopathie

chronique doit faire rechercher une dyscoagulopathie qui peut contre-indiquer la plongée.

Examen rhumatologique

L'évaluation du rachis permet de dépister les sujets pour lesquels le port de charge représente un danger. Chez l'enfant, la pratique de la plongée doit être adaptée au développement staturopondéral. La FFESSM discute une densitométrie osseuse chez le plongeur de plus de 60 ans pour évaluer le risque ostéoporotique (13). L'examen évalue également la mobilité des grosses articulations (épaules, hanches et genoux). La radiographie standard n'a aucune indication pour le dépistage des ostéonécroses asymptomatiques.

En présence de facteurs de risque ou de signes cliniques, l'imagerie par résonance magnétique est l'examen de référence. Elle peut être complétée par un scanner en cas de douleur intense pour éliminer une fracture sous-chondrale. La présence d'une lésion débutante en particulier au niveau de la surface articulaire doit faire discuter une contre-indication définitive.

Examen endocrinologique et gynécologique

Le dosage d'une glycémie à jeun permet de dépister un diabète débutant. Le diabète non insulino-dépendant sous traitement hypoglycémiant tout comme les troubles endocriniens sévères sont des contre-indications à la plongée. Le diabète insulino-dépendant peut être compatible avec la plongée sous couvert de l'avis d'un médecin fédéral et d'un endocrinologue, en accord avec les recommandations de la FFESSM (13).

La grossesse est une contre-indication temporaire, mais absolue. Les plongeuses doivent en être informées.

Examen hématologique, métabolique et toxicologique

La numération formule sanguine est recommandée à la recherche d'une anémie, d'une polyglobulie ou d'une thrombopénie. L'allergie à l'aspirine n'est pas une contre-indication à la plongée, à condition qu'elle ne soit pas associée à une polyposis sinusienne symptomatique ou à un asthme sévère

EN CAS DE RISQUE BAROTRAUMATIQUE, UNE RESTRICTION DE PROFONDEUR AVEC DES ACTIVITÉS STATIQUES ET DYNAMIQUES EXCLUSIVES EST POSSIBLE.

(triade de Widal). Les troubles de l'hémostase peuvent être compatibles avec la plongée sous réserve d'une évaluation par un médecin fédéral en accord avec les recommandations de la FFESSM (13). La thrombopénie périphérique $< 50\ 000$ plaquettes/mm³, la thrombopathie congénitale et les épisodes thromboemboliques récidivants sont des contre-indications à la plongée. Un premier épisode thromboembolique est compatible avec la plongée en l'absence de dyscoagulopathie associée, tout comme un traitement par anticoagulant bien équilibré à condition que la pathologie pour laquelle il a été prescrit ne contre-indique pas cette activité.

Le dosage de la créatinine plasmatique avec calcul du débit de filtration glomérulaire par l'équation CKD-EPI et une recherche de protéinurie par bandelette doivent être discutés pour dépister une pathologie rénale débutante chez un patient asymptomatique. Ils sont fortement recommandés en cas de rein unique, de diabète ou d'HTA. Ils peuvent être complétés par un dosage de protéinurie sur 24 h. Au moindre doute, un avis néphrologique est nécessaire. Un débit de filtration glomérulaire inférieur à 60 mL/min/1,73 m² et/ou une protéinurie supérieure à 1 g/24

h contre-indiquent la plongée. En cas de rein unique, la microalbuminurie doit être inférieure à 30 µg/24 h pour autoriser la plongée. En cas d'antécédent de coliques néphrétiques, le futur plongeur doit être sensibilisé au sujet de l'hydratation avant et surtout après la plongée. La récurrence doit faire discuter une contre-indication. Dans tous les cas, le futur plongeur doit être sensibilisé

à l'hyperdiurèse consécutive à l'immersion en eau froide, et ainsi incité à se réhydrater avec 300 à 500 cc d'eau au décours immédiat de la plongée, y compris en l'absence de soif.

La prise de toxiques est incompatible avec la pratique de la plongée.

Examen dermatologique

La plongée a peu d'impact direct sur la peau. Toutefois, le retentissement systémique de pathologies cutanées peut contre-indiquer la plongée comme le risque épileptique dans la neurofibromatose et dans la sclérose tubéreuse de Bourneville, les modifications de l'hématose dans les atteintes interstitielles pulmonaires de la sarcoïdose et dans les fibroses pulmonaires de la sclérodermie, le risque d'accident de désaturation par shunt droite-gauche dans les malformations artérioveineuses ou par hyperviscosité dans le lupus ou les hyperéosinophilies.

L'urticaire au froid ou à l'eau, les allergies de contact au néoprène ou au caoutchouc, les plaies chroniques, les cryoglobulinémies, le cryofibrinogène, le syndrome de Raynaud sévère, les dermatoses étendues et les panniculites au froid sont incompatibles avec l'immersion.

L'exposition solaire doit être contrôlée pour limiter le risque néoplasique.

Examens spécifiques aux activités subaquatiques autres que la plongée

Pour l'apnée, le médecin doit également prévenir le risque de syncope en recherchant les conduites à risque, une hypertonie vagale ou une bradycardie sévère. Toute pathologie sensible à l'hypoxie doit faire l'objet d'une contre-indication. En cas de risque barotraumatique, une restriction de profondeur avec des activités statiques et dynamiques exclusives est possible. Pour la nage avec palmes et le hockey subaquatique, l'adaptation cardiorespiratoire à l'effort est essentielle. Le hockeyeur doit également avoir une morphologie adaptée aux contacts physiques. Des listes de contre-indications spécifiques à ces activités sont disponibles sur le site de la FFESSM (13). En l'absence de contre-indication, un certificat médical est réalisé sur une ordonnance vierge ou un modèle disponible sur le site Internet de la FFESSM (13). Il précise, en fonction de la demande, l'absence de contre-indication à l'ensemble des activités, à l'enseignement et à l'encadrement ou à la préparation et au passage de niveau. Il peut contre-indiquer certaines activités et préconiser une surveillance rapprochée en particulier chez le jeune enfant. La validité du certificat médical est de 1 an maximum. Il devient caduc en cas de maladie, de nouveaux traitements ou d'accidents de plongée.

La visite périodique

L'examineur doit rechercher une pathologie débutante pouvant interférer avec la sécurité du plongeur. Il évalue également la pratique (date de la première plongée, nombre total, profondeur maximale, mélanges et appareils

utilisés, antécédents d'accidents de plongée, date de la dernière plongée, niveau de plongée actuel...) afin de proposer des mesures préventives et de dépister d'éventuels effets à long terme (ostéonécrose dysbarique, atteinte cochléo-vestibulaire, modification de la fonction ventilatoire...). L'autoquestionnaire (12) et le carnet de plongée sont des éléments d'aide à la décision essentiels. En dehors de tout point d'appel clinique ou de facteurs de risque, il est recommandé de réaliser au minimum tous les 5 ans un électrocardiogramme de repos, une NFS, une glycémie à jeun, une exploration des anomalies lipidiques, une créatininémie, une évaluation du débit de filtration glomérulaire, une recherche de protéinurie, une acuité visuelle en particulier pour les encadrants et les plongeurs autonomes évoluant à plus de 20 m de profondeur. La réalisation d'un électrocardiogramme, chaque année, à partir de 40 ans, peut se discuter en particulier en cas de facteurs de risque cardiovasculaire.

Le médecin doit être particulièrement attentif si le plongeur signale une dyspnée, une toux ou une hémoptysie au décours d'une plongée. Cette symptomatologie, pouvant être en rapport avec un OPI passé inaperçu, doit faire l'objet d'un bilan cardiopulmonaire approfondi avant toute reprise. De plus, toute douleur articulaire au décours d'une plongée doit bénéficier à distance d'une IRM afin de rechercher une ostéonécrose débutante asymptomatique. En cas de lésion intraosseuse, la reprise de la plongée n'est possible qu'après fixation de la lésion, généralement dans un délai de 3 mois à 1 an et en l'absence d'atteinte de la surface articulaire.

Cette consultation est aussi l'occasion de prodiguer au plongeur en

scaphandre quelques conseils de pratiques :

- être en bonne condition physique et psychique ;
 - ne pas plonger en cas de manque de sommeil, de prise excessive d'alcool ou de surmenage ;
 - ne pas plonger en cas de grossesse ;
 - planifier sa plongée en fonction des conditions météorologiques et des facteurs individuels ;
 - limiter la profondeur en cas de reprise de la plongée après une interruption ;
 - éviter les plongées Yoyo® ;
 - ne pas forcer en cas de douleur tympanique ;
 - avoir une utilisation raisonnée des ordinateurs et des mélanges suroxygénés ;
 - respecter les procédures et ne pas oublier les fondamentaux comme le contrôle du matériel en pré-immersion, la gestion de l'air, la maîtrise de la flottabilité et des vitesses de remontée, l'absence de blocage expiratoire lors de remontée...
 - s'hydrater dès la sortie de l'eau avec au minimum 300 à 500 cc par heure d'immersion ;
 - éviter les efforts, se reposer après la plongée et ne pas accumuler des plongées profondes...
- Le médecin peut également rappeler la conduite à tenir en cas d'incident et inciter le plongeur à effectuer son activité en structure afin de bénéficier d'un encadrement technique de haut niveau, garantissant une prise en charge optimale en cas d'accident. Concernant les apnéistes, les conseils spécifiques sont :
- être en bonne condition physique et psychique ;
 - éviter de plonger dans un contexte d'infection ;
 - ne pas faire d'apnée dans les 6 à 12 h qui suivent une plongée en scaphandre ;
 - planifier ses apnées en durée et en profondeur (montre et

profondimètre ou ordinateur) ;

- favoriser l'échauffement et la progressivité ;
- éviter les apnées profondes à faible volume pulmonaire ;
- éviter l'hyperventilation : pas plus de 4 mouvements ventilatoires amples en 15 secondes ;
- maîtriser la manœuvre de la carpe ;
- ne pas banaliser les contractions diaphragmatiques sur le fond ;
- éviter les exercices à haute intensité lors de la remontée ;
- limiter la durée à 90 secondes (surtout si profondeur > 10 m) ;
- ne pas banaliser une "samba" ;
- avoir des temps de récupération suffisants en surface ;
- s'hydrater à raison de 300 cc par heure d'immersion ;
- ne pas prendre d'aspirine avant ou après l'immersion ;
- ne pas plonger en bouteille dans

les 12 h qui suivent des apnées à plus de 20 m ;

- surtout ne jamais plonger seul en particulier à des profondeurs de plus de 10 m, et se signaler par une bouée de surface.

La visite de reprise

En cas d'accident de plongée, la reprise doit être validée par un médecin fédéral ou un médecin hyperbare. En règle générale, le délai minimum de contre-indication est de 3 à 7 jours pour un ADD cutané ou une otite barotraumatique non perforée, de 4 à 6 semaines pour un barotraumatisme thoracique, une perforation tympanique, un OPI ou un ADD ostéo-arthro-musculaire, de 3 à 6 mois pour un ADD médullaire, cérébral, vestibulaire ou un barotraumatisme de l'oreille interne. La reprise n'est possible qu'en l'absence de séquelle et

doit être discutée en fonction de l'expérience et de la motivation du plongeur. En cas d'ADD cérébral, vestibulaire ou médullaire haut, la recherche d'un shunt droite-gauche doit être préalable à toute reprise. En l'absence de cause évidente d'ADD, un bilan de dys-coagulopathie à 3 mois peut également être discuté. Concernant l'OPI, la mise en évidence d'une pathologie sous-jacente non stabilisée contre-indique la reprise pour prévenir tout risque de récurrence potentiellement mortelle.

En cas d'autorisation, la reprise doit être progressive dans un environnement climatique et psychologique favorable. Le plongeur doit respecter des règles hygiéno-diététiques (1, 14) et modifier sa pratique pour éviter une récurrence, en particulier en cas de découverte d'un shunt droite gauche (13, 15).

CONCLUSION

La plongée est considérée comme une activité à risque qui nécessite un examen médical approfondi, spécifique et régulier, effectué par un médecin sensibilisé aux risques spécifiques aux activités subaquatiques. Bien que la fédération délégataire ait allégé les conditions de délivrance d'un certificat de non contre-indication (Tab. 1), il est fortement recommandé que cette consultation soit effectuée par un médecin agréé par la FFESSM ou titulaire d'un diplôme universitaire de médecine de plongée, de

médecine hyperbare ou de médecine du sport. L'examen clinique a pour objectif de dépister toute pathologie susceptible de s'aggraver pendant la plongée. Il peut s'appuyer sur des examens paracliniques systématiques (Tab. 2) et optionnels (Tab. 3) et doit s'appuyer sur un avis sapiteur au moindre doute. La décision doit tenir compte de la motivation et de l'expérience du plongeur, et être systématiquement explicitée, en particulier en cas de contre-indication définitive. Une restriction de pratique peut être

une alternative bénéfique pour permettre au plongeur de poursuivre sa passion tout en minimisant les risques.

L'auteur remercie les Drs Jean-Louis Méliet, Fabrice Couraud, Vincent Lafay, Bruno Barberon, Jean-Arthur Micoulaud Franchi, Nicolas Lainé et Rémy Henneron pour leur aide.

MOTS-CLÉS

Plongée, Apnée, Visite médicale, Contre-indication

Tableau 1 - Qualification nécessaire pour délivrer un certificat de non contre-indication FFESSM en fonction du type d'activité pratiquée par le sportif (14).

	Tout médecin inscrit à l'Ordre ou médecin du Service de Santé des Armées	Médecin du sport	Médecin hyperbare et/ou de plongée	Médecin fédéral
Baptême	Pas d'obligation de certificat médical			
Certificat préalable à la délivrance de la 1^{re} licence	OUI	OUI	OUI	OUI
Plongée en exploration et activités subaquatiques	OUI	OUI	OUI	OUI
Préparation et passage du niveau I, II et III	OUI	OUI	OUI	OUI
Préparation et passage de niveau IV et de monitorat fédéral	NON	OUI	OUI	OUI
Plongée recycleur et/ou trimix	NON	OUI	OUI	OUI ¹
Compétition	NON	OUI	OUI	OUI
Enfant de 8 à 14 ans	NON	NON	OUI	OUI
Enfant de plus de 12 ans avec niveau I	OUI	OUI	OUI	OUI
Situation de handicap¹	NON	NON	NON	OUI
Pathologies devant faire l'objet d'une évaluation²	NON	NON	OUI	OUI

¹Le médecin rééducateur est aussi autorisé à délivrer un certificat aux plongeurs porteurs d'un handicap moteur.
²Shunt DG, bêtabloquant, coronaropathie, arythmie, valvulopathie, diabète sous insuline, asthme, pneumothorax spontané, trouble de l'hémostase, déficit cochléo-vestibulaire...

Tableau 2 - Examens paracliniques systématiques proposés en fonction du type de visite.

Examens systématiques	Visite initiale	Visite annuelle	Visite quinquennale
ECG de repos	X		X
NFS, bilan lipidique, glycémie à jeun, créatininémie, évaluation du DFG	X		X
Protéinurie par bandelette	X		X
Acuité visuelle	Plongeur N3, N4 et encadrants		Plongeur N3, N4 et encadrants

Ce tableau est proposé à titre indicatif. Il a été adapté par l'auteur à partir des futures recommandations du groupe de travail de Medsubhyp et de la SFMT. La FFESSM ne recommande aucun examen paraclinique en systématique.

Tableau 3 - Examens paracliniques optionnels les plus souvent prescrits.

Examens optionnels	Indications en cas de suspicion de...
EEG avec hyperpnée et stimulation lumineuse intermittente ± enregistrement de sommeil	Épilepsie
Auto-questionnaire d'évaluation du niveau d'anxiété de fond	Attaque de panique
Radiographie dentaire	Kyste dentaire
Audiométrie	Surdité
Tympanométrie	Dysperméabilité tubaire
Vestibulométrie	Atteinte vestibulaire
Épreuve d'effort	Coronaropathie, troubles du rythme...
Holter tensionnel	HTA
Holter ECG	Troubles du rythme ou de la conduction
Échographie cardiaque	HTA, valvulopathie...
Échographie transthoracique et carotidienne ou transcrânienne avec injection de produit de contraste et manœuvre de sensibilisation	Shunt droite-gauche
EFR avec éventuellement test de réversibilité aux bêta 2 mimétiques et/ou DLCO (Diffusion libre du CO)	Asthme, BPCO, Syndrome restrictif...
TDM thoracique	Maladie bullaire, pneumothorax...
Endoscopie digestive	Ulcère, maladie inflammatoire, infection...
IRM articulaire	Ostéonécrose dysbarique
TDM articulaire	Fracture sous chondrale
Bilan d'hémostase complet	Dyscoagulopathie
Protéinurie des 24 h	Néphropathie, insuffisance rénale...

Ce tableau est proposé à titre indicatif.

Bibliographie

- Coulange M, Grenaud JJ. Sécurisez votre plongée : mesures préventives et médecine de plongée. Paris ; Ellipses, 2008.
- Metfioit-Windson N. Épidémiologie des accidents de plongée survenus en région marseillaise de 2000 à 2009. Thèse de Médecine, Aix Marseille Université, 2011.
- Le Guen H, Halbert C, Gras Le Guen C, Coulange M. Serious pulmonary barotrauma in a child after first-time scuba dive. Arch Pediatr 2012 ; 19 : 733-5.
- Cordier PY, Coulange M, Polycarpe A et al. Immersion pulmonary oedema: a rare cause of life-threatening diving accident. Ann Fr Anesth Reanim 2011 ; 30 : 699.
- Coulange M, Gourbeix JM, Grenaud JJ et al. The CESA (controlled emergency swimming ascent) in 2008: benefits/risks? Retrospective analysis of pulmonary overpressures. Bull Medsubhyp 2008 ; 18 : 9-14.
- Moro PJ, Coulange M, Brissy O et al. Acute coronary syndrome and cerebral arterial gas embolism in a scuba diver. J C Case 2011 ; 3 : e22-5.
- Gole Y, Gargne O, Coulange M et al. Hyperoxia-induced alterations in cardiovascular function and autonomic control during return to normoxic breathing. Eur J Appl Physiol 2011 ; 111 : 937-46.
- Coulange M. Conséquences neuromusculaires et cardiorespiratoires de l'immersion : physiologie intégrée en environnement extrêmes. Sarrebruck : Éditions Universitaires Européennes, 2010.
- Coulange M, Rossi P, Gargne O et al. Pulmonary oedema in healthy SCUBA divers: new physiopathological pathways. Clin Physiol Funct Imag 2010 ; 30 : 181-6.
- Référentiel « aide médicale en mer » de la Société Française de Médecine d'Urgence et de Samu-Urgences de France, téléchargeable sur Internet : http://www.samu-de-france.fr/documents/actus/155/768/ref_aidemedemer_2013.pdf.
- Coulange M. Accidents de plongée. In: Société Française de Médecine d'Urgence, ed. Pathologies circonstanciées. Journées thématiques interactives de la SFMU, Brest 2012. Paris : Société Française d'Éditions Médicales, 2013 : 103-130.
- Site Internet de la Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de langue française : <https://www.medsbhyp.com>.
- Site Internet de la Commission Médicale et de Prévention Nationale de la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins : <http://medical.ffesm.fr/>.
- Référentiel Emplois, Activités, Compétences « Interventions, Secours et Sécurité en Milieu Aquatique et Hyperbare » de la Sécurité Civile, téléchargeable sur internet : https://www.medsbhyp.com/images/consensus_bonnes_pratiques_reglementation/20140731_REAC_Interv_milieu_aquatique_hyperbare_Securite_Civile.pdf.
- Broussolle B, Méliet JL, Coulange M. Physiologie et Médecine de la Plongée. 2nd ed. Paris ; Ellipses, 2006.