

Revue des **MALADIES**
RESPIRATOIRES

ORGANE OFFICIEL DE LA SOCIÉTÉ DE PNEUMOLOGIE DE LANGUE FRANÇAISE

ASTHME ET PLONGÉE

AVANT-PROPOS

T. Similowski pour le Comité de Rédaction

ÉDITORIAUX

Asthme : plonger ou ne pas plonger ?

J. Regnard, J.-L Méliet

Certificats médicaux : la responsabilité médicale en matière de plongée sous-marine avec scaphandre

P. Reynaud

REVUE GÉNÉRALE

Asthme et pratique de la plongée sous-marine : contre-indication absolue ?

D. Coëtmeur, E. Briens, J. Dassonville, M. Vergne



ASTHME ET PLONGÉE : AVANT-PROPOS

L'« asthme », au sens large et sans plus de précision, figure dans la liste des contre-indications définitives à la plongée en scaphandre autonome établie par la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins (FFESSM) [1, 2]. Dans ce numéro de la *Revue des Maladies Respiratoires*, Coëtmeur *et coll.* [3] discutent de la validité de cette attitude. Ces auteurs, plongeurs eux-mêmes, et pour l'un d'entre eux médecin fédéral agréé par la FFESSM, sont fréquemment confrontés à cette problématique en raison du lieu de leur exercice. Ils ne discutent en aucun cas le fait qu'un asthme avéré, nécessitant un traitement régulier, interdise raisonnablement la pratique de la plongée. Leur interrogation porte davantage sur la justification scientifique qu'il peut y avoir à contre-indiquer la plongée à tout patient asthmatique, quel que soit le type de son asthme, son ancienneté, ou son degré. De considérations approfondies et prudentes, de leur analyse de la littérature, et de leur expérience personnelle, les auteurs arrivent à la conclusion qu'il est peut-être possible de déroger à l'interdiction de la plongée avec scaphandre chez certains asthmatiques (« *asthme intermittent* » ou *type I de la classification internationale n'ayant pas eu de crise depuis au moins 7 jours* ; « *asthme persistant léger* » ou *type II, sous condition qu'ils aient les caractéristiques cliniques des type I*) [3]. Bien entendu, cette position, qui n'est pas celle de la FFESSM [4, 5], n'engage que les auteurs, et la publication de l'article dans la *Revue des Maladies Respiratoires* ne saurait en valoir caution par la Société de Pneumologie de Langue Française.

Daniel Coëtmeur et ses co-signataires ont soumis leur travail à la *Revue des Maladies Respiratoires* de leur propre initiative. Il a fait l'objet d'une évaluation attentive et rigoureuse par plusieurs experts extérieurs. Leurs remarques, détaillées, ont conduit de la part des auteurs à un travail approfondi de révision, pour aboutir, après plusieurs modifications successives, à la version finale. Les critères régissant la publication d'un article dans une revue médicale dite « à comité de lecture » ont donc été strictement respectés. Il n'en reste pas moins que cette publication, si elle est « scientifiquement » indiscutable, est une source potentielle de polémique, voire de problèmes pour un médecin qui s'appuierait sur elle pour passer outre les recommandations de la FFESSM.

Pour cette raison, il a paru souhaitable au respect de l'équilibre que l'article de Coëtmeur *et coll.* [3] soit assorti de deux documents « complémentaires ». Le premier est un éditorial qui place en perspective les moteurs de la réflexion des auteurs [1]. Ce texte de Jacques Regnard et Jean-Louis Méliet [6] met en exergue la nécessité d'un véritable démembrement de la problématique « asthme et plongée » par les différentes parties prenantes agissant de concert, et rappelle que le « principe de sécurité », pour les médecins, n'est pas qu'un concept technocratique d'auto-protection, mais un devoir vis-à-vis de leurs patients. Si, pour éviter de frustrer

un jeune asthmatique, un médecin en le déclarant apte à la plongée lui fait courir le moindre risque d'accident, alors ce médecin faillit à son devoir. A cet égard, l'attitude choisie par Coëtmeur *et coll.* [3] vis-à-vis de leurs patients ne saurait être étendue à toutes les pratiques, en l'état actuel de la réglementation. En effet, le second texte complémentaire [7], demandé à Philippe Reynaud en sa qualité de pneumologue expert près les tribunaux, a pour objectif le rappel froid, au-delà de la réflexion scientifique et des considérations de sécurité des patients, de la situation médico-légale. Face à une demande de réparation des conséquences d'un accident de plongée faite par un asthmatique ou sa famille, un certificat de non contre-indication peut fournir au juge un puissant levier contre son signataire. Au moindre doute, le praticien, pneumologue ou non, se doit de refuser le certificat. Libre ensuite au patient de recourir aux commissions médicales régionales et nationale de la FFESSM.

En publiant ces trois textes, et en souhaitant très vivement qu'ils ne soient pas exploités les uns sans les autres, la *Revue des Maladies Respiratoires* met à la disposition de ses lecteurs des éléments de réflexions avec l'espoir qu'ils feront avancer les connaissances et seront à terme source d'une meilleure adéquation des règlements aux données scientifiques, tout en garantissant, d'ici là, la sécurité de tous.

Références

1. Livret Médical pour la Plongée. Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins, édition février 2000.
2. SEYER J : Rôle et organisation de la Commission Médicale et de Prévention (CMP) de la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins. *Actualités Sports et Médecine* 1996;50:8-12.
3. COËTMEUR D, BRIENS E, DASSONVILLE J, VERGNE M : Asthme et pratique de la plongée sous-marine. Contre indication absolue pour quels asthmes ? *Rev Mal Respir* 2001;18:381-6.
4. JACQUIN M : Asthme et plongée : une mise au point. *Subaqua (revue de la Fédération d'Etude et de Sports Sous-Marins)* 2000;170:52-3.
5. JACQUIN M : Asthme et plongée : droit de réponse. *Subaqua (revue de la Fédération d'Etude et de Sports Sous-Marins)* 2000;171:16.
6. REGNARD J, MÉLIET JL : Asthme : plonger ou ne pas plonger ? *Rev Mal Respir* 2001;18:375-7.
7. REYNAUD P : Certificats médicaux : la responsabilité médicale en matière de plongée sous-marine avec scaphandre. *Rev Mal Respir* 2001;18:379-80.

T. SIMIŁOWSKI

Rédacteur en chef de la *Revue des Maladies Respiratoires*
pour le Comité de Rédaction

Asthme : plonger ou ne pas plonger ?

Asthma: who should take the dive?

J. REGNARD (1), J.L. MÉLIET (2)

(1) *Physiologie – Explorations fonctionnelles, CHU 25030 Besançon.*

(2) *Institut de Médecine Naval du Service de Santé des Armées, 83800 Toulon Naval.*

De grandes évolutions technologiques ont eu lieu en plongée autonome depuis les premiers équipements imaginés par Cousteau et Gagnan, il y a plus d'un demi-siècle. Les images sous-marines rapportées par ces précurseurs puis par beaucoup d'autres n'attirent plus guère l'attention, et la pratique de la plongée de loisir est proposée depuis plus de trente ans déjà par les organismes de vacances, les clubs sportifs, les comités d'entreprise. Le désir enthousiaste des uns de faire connaître une « face cachée » de notre planète, rejoint la possibilité pour les autres d'accéder à la découverte d'un monde « extraordinaire » et à une forme d'aventure. Le nombre de personnes qui pratiquent la plongée de loisir a considérablement augmenté, et certains parents souhaitent souvent y amener leurs enfants le plus tôt possible. La banalisation des images et le désir (plus souvent enthousiaste que mercantile) de promotion conduisent à simplifier pour attirer.

Mais simplifier, c'est nécessairement tronquer ou occulter, et d'abord les tenants et aboutissants rationnels, trop souvent jugés rébarbatifs. Or l'immersion et la plongée modifient profondément la physiologie. Ces modifications ne sont encore que partiellement connues. Néanmoins, les médecins qui ont étudié la Médecine subaquatique et hyperbare, ou titulaires de la capacité de Médecine et de Biologie du Sport, comme les physiologistes/fonctionnalistes sont avertis des contraintes fonctionnelles auxquelles l'immersion et la plongée exposent les appareils respiratoire et cardiovasculaire.

Diverses manifestations physiopathologiques surviennent chez les sujets sains au cours d'activités immergées de loisir (natation vigoureuse, plongée en apnée ou en scaphandre autonome), et font courir le risque de noyade [1, 2, 3]. On imagine donc bien que les contraintes fonctionnelles incontournables [4, 5] doivent accroître les risques d'accidents chez des sujets dont les structures anatomiques sont fragilisées par une pathologie et dont les plages fonctionnelles sont amputées. Il est ainsi surprenant de constater que ces contraintes et les risques qui en découlent ne semblent pas du tout pris en compte lorsque sont envisagées les activités physiques de rééducation-réhabilitation en immersion chez des personnes aux fonctions altérées [6].

Dans ce numéro de la *Revue des Maladies Respiratoires*, Coëtmeur *et coll.* discutent la non contre-indication éventuelle de la plongée sous-marine de loisir pour certaines personnes asthmatiques [7]. Cette question est débattue depuis quelques années en Australie, aux Etats-Unis [8, 9]. En raison de discordances entre les données physiopathologiques et épidémiologiques à propos de la majoration du risque de barotraumatisme chez les sujets atteints de maladie des voies aériennes, certaines conférences d'experts anglo-saxons ont proposé que les sujets asthmatiques qui ont une fonction respiratoire normale (dans l'intervalle de deux écart-types des valeurs théoriques) et dont la réactivité bronchique à la provocation par l'hyperventilation d'air sec est normale sous traitement pourraient être considérés aptes à la plongée. Après une crise d'asthme la plongée ne serait possible qu'après confirmation que la fonction (débits maximaux) est redevenue normale [9]. Cependant, ces recommandations ne semblent pas prendre en compte certaines données discutées ci-dessous. Dans les textes règlementaires français, édictés par la fédération sportive concernée, les critères de contre-indication sont sommaires mais absolus sur un seul substantif « asthme ». La navigation semble donc périlleuse entre d'un côté, la pression du public pour un accès facilité à une activité de loisir, à un plaisir, avec les risques de conduites clandestines mentionnées par Coëtmeur *et coll.*, et de l'autre le principe de précaution vis-à-vis de risques médicaux sérieux pouvant engager la responsabilité du signataire d'un certificat d'aptitude [10].

Une condition liminaire de l'aptitude à la plongée est l'aptitude à l'exercice car les contraintes fonctionnelles respiratoires et cardiovasculaires au cours des activités physiques immergées sont plus grandes que pour les activités physiques terrestres [11].

Deux des risques médicaux liés aux activités de plongée et spécifiques de la maladie asthmatique sont envisagés par Coëtmeur *et coll.* [7], la survenue d'une crise d'asthme dans l'eau et l'accident de surpression pulmonaire [12, 5]. Les deux accidents sont graves en eux-mêmes et, dans l'eau font courir un risque secondaire de noyade. Il en est un troisième, l'accident de décompression

En effet, la maladie asthmatique se caractérise par la présence dans l'organisme de nombreux médiateurs pro-inflammatoires (cytokines, éicosanoïdes, kinines, histamine,

etc.) qui sont également impliqués dans les réactions de l'organisme à l'agression que constitue la présence de bulles dans le compartiment vasculaire lorsque le retour à la pression atmosphérique ne s'est pas déroulé de manière satisfaisante (accident de décompression). Si l'état asthmatique n'est pas en soi un facteur d'accident de décompression, on peut raisonnablement penser, et cela a été observé, qu'il est susceptible de transformer un dégazage aéro-embolique infraclinique ou bénin en accident (neurologique) massif et réfractaire au traitement.

Le déclenchement des crises d'asthme par l'hyperventilation d'exercice est largement dépendant du refroidissement de la muqueuse des voies aériennes, refroidissement favorisé par la ventilation de gaz sec [13, 14] toujours rencontrée en plongée. Il est difficile de transposer sans autre vérification les résultats de l'étude de Christensen [15] citée par Coëtmeur, obtenus très près de la surface (1,5 m) pour des profondeurs plus grandes où la déperdition thermique convective dans les voies aériennes augmente notablement [14]. Comme en outre, l'imprévu survient souvent en plongée (progression contre un courant, aide à apporter à un compagnon de palanquée, trajet plus long que prévu...) et que les efforts ventilatoires sont majorés en immersion [4, 11], il est également risqué de croire comme l'affirment Coëtmeur *et coll.* que « les efforts intenses susceptibles de déclencher une crise d'asthme ne sont jamais atteints » en plongée « de loisir » : compte tenu de l'augmentation de masse volumique avec la profondeur, des débits de ventilation critiques sont sans doute plus facilement atteints et accompagnés de risque de fatigue ventilatoire ou à tout le moins « d'essoufflement ».

A *contrario*, on sait depuis longtemps que la natation est une des activités physiques les moins asthmogènes [16], et cela est sans doute partiellement imputable à l'importante augmentation du volume sanguin thoracique qui freine le refroidissement des voies aériennes pour un même débit de ventilation [17]. Cependant, cet aspect est loin de résumer l'ensemble des facteurs qui contribuent à l'hyperréactivité bronchique. En particulier, les pneumologues savent bien que le degré d'hyperréactivité bronchique est assez bien corrélé à l'inflammation dans la muqueuse des voies aériennes et (inversement) aux effets d'une thérapeutique bien ajustée. D'où l'idée que, chez des sujets à fonction spirométrique et gazométrique normale, aptes à l'exercice physique et entraînés, une description plus précise de la maladie asthmatique de chaque candidat plongeur (histoire, fréquence et gravité des manifestations, fonction respiratoire et réactivité bronchique non spécifique - méthacholine, hyperventilation d'air sec, traitement en cours et son effet sur la réactivité bronchique) pourrait fournir les critères d'une décision individualisée moins univoque que l'actuelle interdiction sans nuance.

D'autre part, la maladie asthmatique (obstruction des voies aériennes) expose en théorie directement à la surpression pulmonaire lors de la remontée, puisque celle-ci résulte d'un volo-traumatisme du fait d'un obstacle réduisant la perméabilité des voies aériennes. Ceci devient particulière-

ment critique lors de la remontée, c'est-à-dire lorsque le volume gazeux pulmonaire augmente avec la diminution de la pression ambiante. Sous cet angle également, les données scientifiques disponibles sont-elles suffisantes pour envisager des critères crédibles d'aptitude ou d'inaptitude ? Les données épidémiologiques actuellement disponibles dans d'autres pays ne semblent pas confirmer ce risque théorique [8, 9]. En l'absence de symptomatologie clinique asthmatique, l'hyperréactivité bronchique serait présente chez la moitié des sujets qui ont eu un pneumothorax spontané [18]. Le risque d'accident de volo-traumatisme serait donc plus grand chez les sujets qui ont une hyperréactivité bronchique ou qui ont été asthmatiques, même des années auparavant (revue dans réf 9). Sous cet éclairage, les observations rapportées par Weiss et VanMeter (deux accidents d'embolie gazeuse cérébrale survenus au cours de séances d'entraînement en piscine — aux profondeurs de 3,5 m et 5,5 m — chez des asthmatiques qui refusaient l'exploration respiratoire et avaient obtenu un certificat d'aptitude en passant sous silence leurs symptômes et leur traitement) ne sont pas anecdotiques [19] !

Un autre élément doit aussi être pris en compte : certaines gênes respiratoires aiguës parfois considérées comme des crises d'asthme sont en réalité des occlusions laryngées [20]. Survenant dans un contexte émotionnel chez des sportifs entraînés et soumis à de fortes pressions psychologiques, ces épisodes d'allure dramatique sont sans lien avec la maladie asthmatique et semblent en cause dans les accidents de surpression pulmonaire qui surviennent habituellement dans un contexte de panique [21].

En tout état de cause, la règle qui prévaut actuellement en France est la suivante :

— *Pour la plongée professionnelle, l'EFR est requise et tout syndrome obstructif significatif (rapport VEMS/CV < 70 %) entraîne l'inaptitude. La recherche des antécédents asthmatiques (questionnaire standardisé de dépistage de l'asthme, signé du patient) devrait être systématique. L'association d'antécédents allergiques et d'une spirométrie normale devrait faire pratiquer un test de provocation bronchique.*

— *Pour la plongée de loisir, aucun examen complémentaire n'est imposé par la réglementation. Le questionnaire standardisé de dépistage de l'asthme devrait être systématique. Tout antécédent devrait faire pratiquer une EFR et, au moindre doute, un test de provocation.*

La question exprimée par Coëtmeur *et coll.* [7] est pragmatique, et il est permis de penser que nos attitudes de société la feront resurgir avec insistance. Elle semble donc appeler un ensemble d'actions ayant pour objectifs :

— de préciser les données physiologiques liées à la pratique d'activités physiques sportives et de loisir en immersion, en exploitant au mieux les résultats disponibles et en faisant apparaître les lacunes (synthèse de l'état des connaissances) ;

— de recenser les incidents ou accidents survenant au cours de ces activités, et toute l'information clinique qui peut être réunie pour documenter exhaustivement chaque cas

(épidémiologie). Cette démarche prospective devrait reposer sur un recueil de l'information pour les incidents ou accidents à venir, effectué selon les règles de bonnes pratiques scientifiques ; elle permettrait à terme de chiffrer les différents risques, ce qui est crucial pour la prise de décision médicale et l'information des patients ;

— d'assurer la diffusion large des résultats ainsi obtenus ;

— de démembrer la large palette de tableaux cliniques bien différents que recouvre indistinctement le terme unique d'*asthme*, démembrement qui pourrait éventuellement conduire à une gradation du risque en fonction de la typologie de la maladie (« phénotype » de l'asthme), et éventuellement à plus de précisions quant aux risques, face à une situation clinique donnée, de diverses modalités de la pratique de la plongée (dans l'hypothèse, par exemple, de contre-indications restreintes à certaines modalités de plongée).

Ce n'est qu'au terme de cette démarche pléiomorphe qu'il deviendrait possible de défendre auprès des autorités sportives l'adoption d'attitudes nuancées de décision d'aptitude individuelle, satisfaisantes pour le médecin des points de vue clinique, scientifique et médico-légal, et pour le patient du point de vue personnel. Aujourd'hui, les éléments scientifiques qui permettraient raisonnablement à un médecin ou à un patient de contrebattre la réglementation actuelle sont encore, comme l'admettent Coetmeur *et coll.* [7], insuffisants pour que cela soit envisageable à court terme.

En termes de santé publique et de prévention [10], un aspect très concret de la question rejoint un thème prégnant dans l'air du temps : l'information. Les médecins doivent décider de l'aptitude en connaissance de cause, à partir de données validées (« médecine fondée sur les preuves ») et en vertu du principe de précaution, mais ces arguments doivent aussi être portés à la connaissance de ceux qui demandent à pratiquer comme de ceux qui les accueilleront (responsables de clubs, fédérations, moniteurs...).

En effet, si les médecins sont tenus d'exposer aux personnes qui les consultent tous les risques (même rarissimes) d'une intervention chirurgicale, de l'utilisation d'un produit de contraste pour un examen radiographique, ou d'une fibroscopie, et d'obtenir leur consentement éclairé pour ces actes médicaux, ils ont donc *a fortiori* le devoir de prévenir les enthousiastes de la pratique d'activités de loisir — *nécessairement techniques* — des contraintes physiologiques qu'on y rencontre (effets de l'immersion, du froid), et des risques que l'on prend à les pratiquer. Le droit aux loisirs et aux plaisirs ne peut masquer le « *primum non nocere* ».

Références

- BOUSSUGES A, PINET C, THOMAS P, BERGMANN E, SAINTY JM, VERVLOET D : Hæmoptysis after breath-hold diving. *Eur Respir J* 1999;13:697-9.
- PONS M, BLICKENSTORFER D, OECHSLIN E, *et coll.* : Pulmonary oedema in healthy persons during scuba diving and swimming. *Eur Respir J* 1995;8:762-7.
- WEILER-RAVELL D, SHUPAK A, GOLDENBERG I, *et coll.* : Pulmonary oedema and hæmoptysis induced by strenuous swimming. *Br Med J* 1995;311:361-2.
- JAMMES Y, BROUSOLE B, GIRY P, HYACINTHE R : Physiologie respiratoire et plongée. In : Broussole B. *Physiologie et médecine de la plongée*. Paris : Ellipses, 1992:121-54.
- REGNARD J. Poumon et plongée sous-marine. *La Lettre du pneumologue* 1998;1:12-5.
- PERK J, PERK L, BODÉN C. Cardiorespiratory adaptation of COPD patients to physical training on land and in water. *Eur Respir J* 1996;9:248-52.
- COËTMEUR D, BRIENS E, DASSONVILLE J, VERGNE M : Asthme et pratique de la plongée sous-marine : contre-indication absolue pour quels asthmes ? *Rev Mal Respir* 2001;18:381-6.
- SCUBA Subcommittee. Discussion of risk of scuba diving in individuals with allergic and respiratory diseases. *J Allergy Clin Immunol* 1995;96:871-3.
- NEUMANN TS : Pulmonary fitness for diving. In : Lundgren CEG, Miller JN. *The lung at depth*. New York : Marcel Dekker, 1999:75-90.
- BRÉCHAT PH : Sollicitations respiratoires et hémodynamiques lors de l'exercice immergé. Implications en santé publique. Thèse SVS Université de Franche-Comté, 2001.
- BRÉCHAT PH, WOLF JP, SIMON-RIGAUD ML, *et coll.* : Influence of immersion on respiratory requirements during 30-min cycling exercise. *Eur Respir J* 1999;13:860-6.
- BARTHÉLÉMY A, BERGMANN E, BOUSSUGES A, CAVENEL P, SAINTY JM : Médecine de plongée. *Encycl Med Chir Pneumol*, 2000;6-070-A-30, 5p.
- JAMMES Y, BURNET H, COSSON P, LUCCIANO M : Bronchomotor response to cold air or helium-oxygen at normal and high ambient pressure. *Undersea Biomed Res* 1988;15:179-92.
- VARÈNE P : Computation of respiratory heat exchanges. *J Appl Physiol* 1986;61:1586-9.
- CHRISTENSEN M, STAUNSTRUP H, KRÖNER K : Changes in lung function in asthmatic during scuba diving. *Eur Respir J* 1996; 9 suppl 23:374s.
- BAR YISHAV E, GUR I, INBAR O, NEUMAN I, DLIN RA, GODFREY S : Differences between swimming and running as stimuli for exercise-induced asthma. *Eur J Appl Physiol* 1982; 48:387-97.
- GILBERT IA, REGNARD J, MCFADDEN ER : Intrathoracic airstream temperatures during acute expansions of thoracic blood volume. *Clin Sci* 1991;81:655-61.
- DESMAZES-DUFEU N, BUIQUANG T, MAURER C, RICHAUD-THIRIEZ B, DUSSEY D : L'hyperréactivité bronchique, une cause sous-estimée de pneumothorax spontané. *Rev Mal Respir* 2001;18:1S150.
- WEISS LD, VAN METER KW : Cerebral air embolism in asthmatic scuba divers in a swimming pool. *Chest* 1995;107: 1653-4.
- MCFADDEN ER, ZAWADSKI DK : Vocal cord dysfunction masquerading as exercise-induced asthma. A physiologic cause for chokink during athletic activities. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:942-7.
- EHM OF : Pulmonary barotrauma : reflections on its causes. *Eur J Underwater Hyperb Med* 2001;2:4-7.

Certificats médicaux : la responsabilité médicale en matière de plongée sous-marine avec scaphandre

Medical certificates: medical responsibility in scuba diving

P. REYNAUD

Pneumologue Agréé, Médecin des Hôpitaux. Expert près la Cour d'Appel de Paris. Hôpital Européen Georges Pompidou. Assistance Publique, Hôpitaux de Paris, 75015 Paris.

D'années en années, les procédures en matière de responsabilité médicale se multiplient. Le corps médical n'en est pas vraiment conscient, mais nous nous rapprochons progressivement, de ce point de vue, du système judiciaire Américain.

Il est particulièrement important de garder à l'esprit que tout médecin, quel qu'il soit, lorsqu'il rédige un certificat médical est automatiquement responsable de ses écrits sur le plan juridique, au civil, voire au pénal.

Aptitude à la plongée et asthme : vision générale du problème

En ce qui concerne la plongée ludique ou sportive et l'asthme, les textes de lois sont assez flous. Cependant, l'asthme est considéré par la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins (FFESM) comme une cause incontournable d'inaptitude. Par conséquent, lorsqu'un candidat à la plongée avec scaphandre, non professionnel, se présente devant un médecin à qui il demande de rédiger un certificat de non contre-indication, ce médecin, qu'il soit généraliste ou pneumologue, médecin d'adulte ou pédiatre, diplômé en médecine hyperbare ou non, doit, avant de rédiger le certificat demandé, procéder à un interrogatoire minutieux. En ce qui concerne l'asthme ou des antécédents d'asthme, la plus grande vigilance s'impose. Le problème est simple pour tout asthmatique qui est traité par bêta-2-sympathomimétiques associés ou non à des corticoïdes, chez qui la rédaction d'un certificat de non contre-indication n'est bien évidemment pas concevable. En cas d'asthme intermittent, sans traitement au moment de la consultation, ou même d'antécédent d'asthme y compris lointain, le problème est plus difficile. Vigilance et sécurité exigent des explorations fonctionnelles respiratoires avec épreuves pharmacodynamiques, pour exclure un syndrome obstructif à l'état de base ou en réponse à une provocation d'intensité anormalement faible. En effet, il ne faut pas oublier que la rédaction du certificat engage totale-

ment la responsabilité du praticien et qu'en cas d'accident, mortel ou non, un médecin qui aurait rédigé un certificat de non contre-indication chez un asthmatique serait immédiatement mis en cause.

Les procédures possibles

A l'encontre d'un tel médecin, le patient (en cas d'accident non mortel) ou sa famille (en cas d'accident mortel), sont en droit de se pourvoir en justice. Plusieurs possibilités sont à la portée du demandeur.

PROCÉDURE CIVILE

Le demandeur, c'est-à-dire le plaignant, peut par l'intermédiaire d'un avocat assigner le médecin qui a rédigé le certificat médical. Dans son assignation, l'avocat relate les faits et demande que soit répondu à certaines questions. Le praticien reçoit par voie d'huissier une notification à comparaître au Tribunal à une date déterminée. Le praticien doit alors de toute urgence prévenir sa compagnie d'assurance qui va lui adjoindre un avocat et un médecin de recours. Le magistrat chargé de l'affaire convoque dans un premier temps les parties, et nomme un expert inscrit sur la liste de la Cour d'Appel, ceci n'étant pas une obligation (n'importe quel médecin peut être nommé). Les missions données à l'expert par le magistrat sont assez classiques:

- 1) convoquer les parties ou leurs conseils en les invitant à adresser à l'avance tous documents relatifs à l'accident; le cas échéant, se faire communiquer, avec l'accord de la victime ou ses ayants droits, le dossier médical détenu par des tiers ;
- 2) déterminer l'état de la victime avant l'accident (anomalies, maladies, séquelles d'accidents antérieurs) ;
- 3) relater les constatations médicales faites après l'accident ainsi que l'ensemble des interventions et soins ;
- 4) noter les doléances du blessé, examiner la victime et décrire les constatations ainsi faites ;
- 5) indiquer le délai normal d'incapacité temporaire totale ou partielle et proposer la date de consolidation des lésions ;

6) décrire les gestes et mouvements et actes rendus difficiles ou impossibles en raison de l'accident ;

7) donner un avis sur le taux de déficit fonctionnel médicalement imputable à l'accident ;

8) estimer le taux de déficit fonctionnel global actuel du blessé, tous éléments confondus.

Il peut être demandé à l'expert si le praticien mis en cause a commis une faute professionnelle, et d'en évaluer la gravité.

Lorsque l'expert remet son rapport circonstancié, le magistrat reconvoque les parties et délibère à la vue du rapport d'expertise et aux dires des parties. Des sanctions peuvent en résulter (somme d'argent à remettre au demandeur ou ses ayant droits au titre de l'incapacité temporaire partielle).

PROCÉDURE PÉNALE

En cas d'accident mortel, ou d'accident ayant entraîné des lésions graves, la victime ou ses ayant droits peuvent, par l'intermédiaire d'un avocat, se porter partie civile. Le Procureur de la République reçoit la plainte et diligente une enquête préliminaire. Si cela est nécessaire, il demande une autopsie. Le médecin légiste adresse son rapport, celui-ci est versé au dossier. La famille est entendue, de même que le médecin qui a rédigé le certificat médical, ce qui donne lieu à la rédaction de procès verbaux d'auditions.

Par la suite, un Magistrat commet un expert au motif de la qualification d'homicide involontaire sur la personne « X », fait prévu et réprimé par les articles 221.6 alinéas 1, 221.8, 221.10 du Code Pénal. L'expert doit répondre à des questions très précises. En matière pénale, les questions posées par le magistrat sont en général très pointues et directes, et il est fréquent lorsqu'un problème de certificat se pose, que le magistrat demande s'il y a eu faute de la part du praticien signataire de ce certificat.

L'expert convoque les parties et « tous sachants » (c'est à dire toute personne qui de près ou de loin a une information

à donner). En expertise pénale, l'élément contradictoire n'existe pas. L'expert est seul juge pour auditionner telle ou telle personne, et il peut être amené à recevoir toutes pièces du dossier en général sous scellés. La particularité en matière pénale est que le dossier ne peut être compulsé par aucune partie. Ceci complique sérieusement la tâche du défendeur, à savoir le médecin mis en cause.

A l'issue de l'expertise, l'expert adresse au magistrat son rapport. Le magistrat peut statuer au reçu du rapport d'expertise. Les sanctions peuvent être graves (dédommagements, sanctions disciplinaires radiation du conseil de l'ordre temporaire ou définitive).

PROCÉDURE ADMINISTRATIVE

Celle-ci ne s'adresse qu'aux praticiens qui exercent en milieu hospitalier.

Il s'agit d'une procédure en générale longue, le médecin n'étant jamais mis en cause directement. Comme dans la procédure civile ou pénale, un expert est nommé. La procédure sur le plan judiciaire est totalement différente. En effet, dans ce cas de figure, ce n'est pas le praticien qui est mis en cause mais l'établissement public. Cela ne veut pas dire qu'ultérieurement le praticien ne soit pas mis en accusation.

Conclusions

S'il est vrai qu'actuellement, la plongée non professionnelle, c'est-à-dire ludique ou sportive, n'est régie par aucun texte de loi précis, délivrer un certificat médical en vue d'une aptitude à la plongée sous-marine avec scaphandre chez un asthmatique, quel que soit le degré de la maladie asthmatique, et y compris chez un « ancien asthmatique », engage automatiquement la responsabilité du praticien signataire du certificat. Celui-ci risque à tout moment d'être pris à défaut et d'être traduit devant les tribunaux, selon une ou plusieurs des procédures décrites dans cet éditorial.

Asthme et pratique de la plongée sous-marine

Contre-indication absolue pour quels asthmes ?

D. COËTMEUR (1, 3), E. BRIENS (1), J. DASSONVILLE (2), M. VERGNE (3)

(1) Service de Pneumologie, CH de Saint-Brieuc, 22023 Saint-Brieuc Cedex.

(2) Service d'Explorations Fonctionnelles Respiratoires, CHRU 35033 Rennes Cedex.

(3) Moniteur Fédéral de Plongée sous-marine, FFESSM — Club Casar de Rennes.

SUMMARY

Asthma and scuba diving Absolute contraindication? in all asthma patients?

Physical and psychological fitness are required for scuba diving, leading to medical contraindications in certain subjects. Asthma, a condition exhibiting increasing prevalence in the general population is currently considered an absolute contraindication for scuba diving by the French Federation for Submarine Sports and Education (FFESSM). There is however no documented evidence demonstrating a higher risk in asthmatic divers. Our English-speaking colleagues have suggested that certain asthmatic subjects could participate in scuba diving sports under certain conditions without any higher risk compared with non-asthmatic divers.

We recall here the impact of diving on respiratory function and potential consequences in asthmatic subjects, proposing that the formal contraindication against scuba diving should be maintained for asthmatic patients who experience frequent symptoms (step 2 or more of the International Consensus Report on Diagnosis and Treatment of Asthma) and/or have a baseline obstructive syndrome.

RÉSUMÉ

La pratique de la plongée sous-marine avec scaphandre nécessite une intégrité physique et psychique d'où l'existence de contre-indications médicales dans certains cas. Actuellement, l'asthme dont la prévalence augmente dans la population est considéré comme une contre-indication absolue, notamment par la Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins (FFESSM). Cependant, aucune étude n'a été faite, démontrant que les asthmatiques avaient un risque majoré d'accident en plongée. Depuis peu, des auteurs anglo-saxons suggèrent que certains asthmatiques pourraient plonger avec scaphandre sous certaines conditions, sans risque accru par rapport aux plongeurs non asthmatiques.

Après un rappel des répercussions de la plongée sur la fonction respiratoire et de leurs conséquences potentielles chez les asthmatiques, les auteurs proposent de maintenir une contre-indication formelle de la plongée en scaphandre pour les patients asthmatiques ayant des symptômes fréquents (palier 2 et plus) et/ou un syndrome obstructif à l'état basal.

Il semble que la contre-indication doive être discutée pour ceux qui n'ont que de rares crises et une exploration fonctionnelle

It would appear reasonable to discuss the contraindication concerning patients with rare acute episodes and who have a perfectly normal respiratory function. The question of bronchodilator inhalation prior to diving may be a question to debate. However, such a proposal cannot be considered to be valid unless well-conducted studies of the clinical manifestations are available (frequency and severity of the acute episodes, triggering factors) for the diver candidate.

Because of the highly restrictive nature of the contraindication notification and the absence of arguments backing up the decision, the question should be put to competent authorities (sports federations, learned societies) in order to ascertain the pathophysiological mechanisms involved and collect reliable epidemiological data before proposing a consensus discussion. This process may lead to the delivery of scuba diving authorizations for selected asthmatic subjects without a higher risk than non-asthmatic subjects.

Key-words: Asthma. Scuba diving. Pulmonary barotrauma. Lung function tests. Cardiac arrhythmia.

respiratoire (EFR) parfaitement normale (sous-couvert d'un traitement broncho-dilatateur par inhalation pris avant la plongée ?) mais ces propositions ne peuvent être valables qu'après une étude approfondie des manifestations cliniques (fréquence et gravité des crises, stimulus) de l'asthme du candidat.

Comme dans les pays anglo-saxons, le caractère étriqué de la notification de contre-indication et l'absence de justification argumentée incite à saisir les instances compétentes (fédérations sportives, sociétés savantes) pour recenser les connaissances physiopathologiques, recueillir des données épidémiologiques fiables afin d'envisager des réflexions de consensus. Cela permettra de délivrer une aptitude à la pratique de la plongée sous-marine pour certains asthmatiques, sans risque majoré par rapport aux plongeurs non asthmatiques.

Mots-clés : Asthme. Plongée sous-marine. Barotraumatisme pulmonaire. Exploration fonctionnelle respiratoire. Arythmie cardiaque.

Introduction

Il existe depuis plusieurs années un incontestable engouement pour la plongée sous-marine (PSM) tant en France, pays où est née la PSM que dans les autres pays notamment du bassin méditerranéen, Etats Unis, Australie, Nouvelle Zélande. Nous assistons depuis peu à une extension du nombre et de la diversification de la condition physique des pratiquants (âge plus avancé, aptitude physique moindre) et ce depuis le développement des voyages exotiques. Cependant une visite d'aptitude est nécessaire même si elle est sans commune mesure avec celle des plongeurs professionnels qui sont soumis à la réglementation basée sur le décret N° 90-277 du 28 mars 1990 (Protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare) et de l'arrêté du 28 janvier 1991 qui définit les « modalités de formation à la sécurité des personnels intervenant dans les opérations hyperbares ».

L'asthme figure parmi les contre-indications admises depuis longtemps notamment par la FFESSM. Cependant et de façon étonnante, la liste des « contre-indications à la plongée en scaphandre autonome » de la FFESSM mentionne l'asthme mais il n'existe aucun texte complémentaire ou résumés de réunion, débats argumentant la prise de position des médecins fédéraux. De plus, il est écrit de façon claire que : « la liste est indicative et non limitative et que les problèmes doivent être abordés au cas par cas, éventuellement avec un bilan auprès d'un spécialiste, la décision tenant compte du niveau technique ».

Des publications récentes d'auteurs anglo-saxons reposent le problème de la contre-indication absolue de la PSM avec scaphandre chez les asthmatiques et évoquent la possibilité pour certains de plonger avec les mêmes garanties qu'un plongeur non asthmatique. La PSM constitue de surcroît par la pratique de la natation, un moyen d'entraîner les muscles respiratoires sans oublier son intérêt ludique et relationnel pour l'asthmatique. Nous nous proposons à la lumière des données récentes de la littérature d'essayer de trouver les éléments d'évaluation qui, dans certaines conditions, permettent à des asthmatiques de plonger sans augmentation du risque d'accidents. Le danger, en effet, est que, lors de la visite médicale, la personne à la recherche d'un certificat de non contre-indication à la PSM avec scaphandre, omette de mentionner sa maladie asthmatique. Par expérience, c'est une situation que nous connaissons bien sur les bateaux de plongée avec un plongeur qui s'isole pour prendre plusieurs bouffées de bêta-2 mimétiques avant l'immersion.

Tirés à part : D. COËTMEUR, à l'adresse ci-dessus.
e-mail : daniel.coetmeur@ch-stbrieuc.fr

Réception version princeps à la Revue : 20.06.2000.
Retour aux auteurs pour révision : 10.11.2000.
Réception 1^{ère} version révisée : 11.12.2000.
Réception 2^e version révisée : 02.04.2001.
Acceptation définitive : 03.05.2001.

TABLEAU I. — Relation entre la profondeur et la pression absolue, le volume et la masse volumique de l'air comprimé.

Profondeur m	Pression absolue BAR	Volume l	Masse volumique d'air comprimé g/l
0	1	10	1,29
10	2	5	2,7
20	3	3,3	3,9
30	4	2,5	5,2
40	5	2	6,5

Conséquences de la pratique de la plongée sur la fonction ventilatoire et risques induits [1]

La plongée sous-marine avec scaphandre est soumise aux contraintes des lois physiques car l'air est respiré à la pression ambiante.

Le *tableau I* rappelle l'évolution de la pression et des volumes pulmonaires en fonction de la profondeur de plongée. On s'aperçoit que les variations de volume gazeux sont d'autant plus importantes que l'on se rapproche de la surface de l'eau, lors de la remontée car ils obéissent à la loi de Boyle-Mariotte.

Quels sont les *risques théoriques* encourus par les asthmatiques lors de la plongée ? :

— La capacité pulmonaire d'un plongeur respirant de l'air sous une pression supérieure à la pression atmosphérique est pratiquement la même qu'en surface mais la masse de gaz contenue dans les poumons augmente avec la pression. Lors de la remontée, les gaz pulmonaires se détendent et augmentent de volume. L'excès de gaz est évacué par l'expiration. Si l'expiration est gênée par l'apparition d'une obstruction bronchique (que ce soit par bronchospasme seul ou associé à une congestion muqueuse et œdème largement favorisés par les effets de l'immersion [2]), surtout si la remontée est trop rapide, une surpression pulmonaire peut survenir.

— Les résistances à l'écoulement de l'air dans les voies aériennes sont augmentées au cours de la plongée. La cause principale est l'augmentation de la densité de l'air. Ainsi, à 30 mètres de profondeur, soit à une pression de 4 bars, les résistances dynamiques doublent par rapport à la surface. C'est une des raisons qui explique pourquoi, en plongée professionnelle, l'azote est remplacé par l'Hélium, « plus léger », ce qui retarde l'augmentation des résistances dynamiques. Cette augmentation des résistances est bien supportée par le sujet sain mais pourrait être néfaste à un plongeur ayant des résistances supérieures à la normale à l'état basal.

— Il existe également d'autres facteurs qui influencent la respiration en plongée et au premier plan se trouve le rôle de la position : tête haute ou tête basse. La pression hydrostatique varie en fonction de la position du plongeur et cette différence peut atteindre 30 cm d'H₂O entre la bouche et le thorax, avec pour conséquence une inspiration laborieuse en position « tête haute » et une expiration laborieuse associée à une tendance à l'augmentation des volumes gazeux en position « tête basse ».

— L'utilisation du détendeur permet de respirer l'air comprimé dans le scaphandre à la pression ambiante, elle-même fonction de la profondeur ce qui compense l'augmentation de la pression péricoracique. Il existe de ce fait une résistance inspiratoire ou expiratoire, de l'ordre d'un à plusieurs cm H₂O, fonction du réglage du détendeur.

— L'air provenant d'une bouteille d'air comprimé est sec et se refroidit quand il se détend. Or on sait que l'hyperventilation d'air sec et froid provoque un bronchospasme chez la plupart des asthmatiques non traités. Cependant, il est important de rappeler qu'en plongée de loisir, contrairement à la plongée professionnelle, le plongeur ne doit pas faire d'effort inconsidéré car, outre l'essoufflement avec risque de panique (en immersion), les procédures de remontée (tables de la FFESSM avec paliers de décompression, vitesse de remontée) ne peuvent plus être utilisées. De ce fait, il n'atteint jamais des efforts intenses ni pendant une durée suffisante comme ceux de certains athlètes de haut niveau qui développent une hyperréactivité bronchique avec risque de survenue de crise d'asthme [3].

Revue de la littérature

L'ASTHME EST-IL TOUJOURS UNE CONTRE-INDICATION ?

Il faut d'abord signaler qu'aucun article que nous allons détailler ne donne les critères de définition de l'asthme chez leurs plongeurs. De plus, certains articles sont antérieurs à la réunion de consensus du National Heart, Lung and Blood Institute américain de mars 1992 sur les différents degrés de sévérité de la maladie asthmatique [4]. Cette réunion a permis de classer en 4 paliers de gravité croissante la maladie asthmatique selon des critères cliniques avant traitement. La situation est très différente selon qu'il s'agit d'un asthme diagnostiqué dans l'enfance, qui n'a pas de traduction clinique depuis de nombreuses années, ne nécessite aucun suivi et aucun traitement et si par contre il s'agit d'un asthmatique sous traitement corticoïde inhalé continu avec une hyperactivité bronchique modérée à sévère persistante.

L'asthme ainsi que les syndromes obstructifs sont des contre-indications classiques de la PSM car supposés favoriser la survenue d'accidents barotraumatiques [5, 6] même si certains émettent quelques réserves quand il n'y a pas eu de crise depuis deux ans, si le malade ne prend pas de médicament au long cours ou enfin si le bronchospasme n'a jamais été déclenché par l'air froid ou l'effort [7]. Il faut également garder en mémoire le fait que certains candidats à l'aptitude à la PSM ne déclarent pas leur maladie asthmatique et continuent à plonger, sans dommage d'ailleurs [8]. Bove [9] a estimé la prévalence de l'asthme entre 5-8 % de la population des plongeurs.

En 1991, Corson [10] du Divers Alert Network américain (DAN) publiait un article évaluant le risque d'accident de décompression et par embolie gazeuse artérielle sur une période couvrant les années 1987 à 1990 incluses. Parmi les 1213 plongeurs ayant présenté un accident de décompression neurologique ou une embolie gazeuse, il y avait 54 asth-

matiques dont 25 avaient présenté une crise d'asthme les 12 derniers mois ou prenaient des broncho-dilatateurs. Il n'y avait pas de différence significative sur le plan statistique dans les deux types d'accidents si l'on comparait les asthmatiques et les autres plongeurs, même si les accidents emboliques gazeux étaient un peu plus nombreux chez les asthmatiques d'autant plus qu'ils présentaient des râles sibilants au moment de plonger donc étaient en crise d'asthme.

En 1991, Mc Aniff [11] publiait les statistiques de l'Université de Rhode Island concernant les causes de décès chez 1 183 plongeurs (décès dans les années 1970 et 1980). Chez aucun plongeur, l'asthme n'était considéré comme la cause du décès.

Au Royaume-Uni, Farrell et Glanvill [12] ont adressé un questionnaire dans le magazine « Diver » dont le tirage est de 38 000 exemplaires. Cent quatre plongeurs asthmatiques ont répondu avec un total de 12 864 plongées sans aucun incident. Les auteurs ont conclu qu'en l'absence de crise d'asthme dans les 48 heures précédant une plongée, cette dernière ne présente pas plus de risque que chez un non asthmatique.

En Australie et Nouvelle-Zélande, la plongée de loisir pouvait être pratiquée sans visite médicale mais depuis peu les différents organismes de plongée demandent un avis médical avant d'autoriser la plongée. Edmonds [13] a étudié les causes de décès chez les 100 derniers accidents de plongée rapportés dans les années 1980. Il y avait 9 asthmatiques connus et 5 avaient d'autres atteintes respiratoires non précisées. L'autopsie a mis en évidence chez 7 d'entre eux des signes de noyades et les deux autres avaient des signes de barotraumatisme. Sur les 14 plongeurs, 10 avaient du liquide salé dans les poumons et avaient présenté des signes de fatigue et de panique. Edmonds a conclu que l'asthme était responsable de l'accident de plongée ; cette conclusion est très critiquable quand on sait que la panique et la noyade sont les principales causes de décès en plongée sous-marine, notions que l'on retrouve dans l'article de Jenkins [14] qui a noté 77 décès en Australie et 69 en Nouvelle-Zélande pendant la période 1980-1989 avec trois causes principales : la noyade, les barotraumatismes pulmonaires et les embolies gazeuses. Ces auteurs ont essayé d'élaborer des recommandations et informations aux plongeurs potentiels incluant :

— le respect des procédures de remontée vers la surface,
— la pratique de tests spirométriques (EFR) notamment courbe débit volume en proposant que : VEMS inférieur de 20 % ou rapport VEMS/CVF inférieur de 25 % aux valeurs théoriques correspondantes soient considérés comme indicateurs d'un risque accru,

— la place des tests de provocation que ce soit à l'histamine, à la méthacholine, voire à l'eau distillée ou l'eau salée (4,5 %) reste débattue d'autant plus que Woolcock [15] a retrouvé chez 104 des 916 adultes d'un échantillon d'une population rurale soit 10,50 %, une hyper réactivité bronchique au test de provocation à l'histamine. Soixante et onze des 104 avaient des symptômes d'asthme et parmi ceux-ci, 54 décrivaient des symptômes présents dans l'année écoulée. Cet auteur a conclu que la prévalence de l'asthme était de

l'ordre de 5,9 %. Ces tests devraient apporter des repères utiles dans certains cas.

INTÉRÊT DE LA SPIROMÉTRIE CHEZ LES PLONGEURS ASTHMATIQUES

Dans la mesure où les données de la littérature médicale ne permettent pas d'exclure certains asthmatiques de la pratique de la plongée sous-marine, des auteurs ont essayé de trouver une réponse avec l'aide des épreuves spirométriques : ainsi Christensen [16] a comparé deux groupes de 20 plongeurs, l'un ayant un asthme modéré et l'autre indemne d'asthme. Les EFR ont été effectuées avant une immersion de 30 mn à 1,5 mètre de profondeur en piscine et juste après l'immersion. Les auteurs n'ont trouvé aucune variation du débit de pointe, de la capacité vitale forcée et du VEMS. Ils concluent qu'à faible profondeur, l'inhalation d'air sec et froid ne modifie pas les paramètres spirométriques étudiés dans les deux groupes.

Tetzlaff [17] dans une étude rétrospective a montré l'intérêt de l'étude de la courbe débit-volume avec une réduction d'au moins 20 % des valeurs prédites du débit expiratoire moyen à 25 % de la capacité vitale (MEF₂₅) chez des plongeurs ayant fait une surpression pulmonaire. Dans son éditorial commentant l'article, Bove [18] en se référant au fait que la plongée peut se compliquer d'asthme d'effort, propose que les asthmatiques candidats à la PSM aient une courbe débit volume avant et après épreuve d'exercice afin d'étayer la décision d'aptitude.

Van Shoor, dans une mise au point récente [19], propose la pratique de test de provocation à l'eau salée à la concentration de 4,5 % chez les asthmatiques candidats à la plongée sous-marine selon une méthodologie établie. En cas de test positif, il faut contre-indiquer la pratique de la plongée sous-marine.

Conclusion

QUELLES RECOMMANDATIONS EN PRATIQUE PEUT-ON RETENIR POUR DES ASTHMATIQUES DÉSIREUX DE PLONGER ?

Il est indispensable de confirmer ou d'infirmer le diagnostic d'asthme car trop de patients sont étiquetés « asthmatiques » sans que le tableau clinique soit suffisamment détaillé pour permettre une juste appréciation et sans quantification de la réactivité bronchique par une épreuve codifiée. Cependant, les tests de provocation à eux seuls ne permettent pas de faire le diagnostic d'asthme [20]. Il faut apprécier la gravité de l'asthme par un interrogatoire précis recherchant la fréquence de survenue des crises, leurs conditions de déclenchement (stimulus en particuliers pollens, saison, exercice...), la sévérité de la gêne respiratoire, et réaliser une EFR avec des tests de provocation bronchique si la spirométrie est normale à l'état basal.

A la suite de ce bilan, plusieurs situations doivent être différenciées pour chaque sujet concerné :

— si on retrouve la notion de crises fréquentes ou s'il existe un syndrome obstructif à l'état basal, même totalement réversible après inhalation de béta-sympathomimétiques, la contre-indication doit être confirmée. Cela correspond au palier 3 (asthme persistant modéré) et 4 (asthme persistant sévère) de la réunion internationale de consensus sur le diagnostic et traitement de l'asthme [4],

— si la fonction respiratoire de base est normale mais qu'on retrouve une forte hyperréactivité bronchique (PC₂₀ méthacholine < 8 mg/ml), on peut craindre la survenue de manifestations d'obstruction bronchique en plongée et le certificat de non contre-indication ne peut être délivré.

Comme nous l'avons vu, il n'y a pas de consensus pour interdire de façon systématique à tous les asthmatiques la pratique de la plongée sous-marine avec scaphandre, même si certains auteurs [21] l'affirment à propos d'observations anecdotiques. Notre expérience ainsi que les données de la littérature établissent clairement que des asthmatiques plongent sans dommage d'ailleurs. Ce sont habituellement des personnes ayant des asthme légers, informées des risques théoriques, qui maîtrisent parfaitement les paramètres de leur plongée (état respiratoire normal, vitesse de remontée...) C'est la raison pour laquelle en l'absence d'étude prospective, comme d'autres auteurs [22-24], nous aimerions ne pas exclure la possibilité pour des asthmatiques de plonger dans la mesure où l'on constate :

— un état respiratoire normal, ce qui suppose un délai sans crise variable selon les auteurs allant de 48 heures à plusieurs semaines. De même, la fonction respiratoire en spirométrie doit être indemne de trouble obstructif,

— l'absence d'hyperréactivité bronchique à l'exercice au froid, à une solution salée hypertonique ou à la méthacholine (PC₂₀ > 8mg/l), ou à l'hyperventilation d'air sec. L'épreuve de provocation devient ainsi nécessaire,

— il faut également être prudent en cas de prise de bêta-2-mimétiques d'autant plus qu'il existe chez tout plongeur une bradycardie d'immersion, car ces médicaments augmentent le risque d'arythmies cardiaques, possible facteur de mort subite en plongée pour Martin [25] et Mc Donough [26],

— ce bilan comprenant un examen clinique avec interrogatoire détaillé sur la maladie asthmatique du plongeur candidat et les EFR avec tests de provocation doit à notre avis être complété par la pratique au minimum d'un cliché thoracique de face, en inspiration, à la recherche de bulles ou autre aspect pathologique. En cas d'anomalie dont les caractères pourront être mieux précisés par un examen tomodensitométrique thoracique [14], il faut refuser l'aptitude à la pratique de la PSM.

Après recueil de tous les paramètres associant l'interrogatoire avec historique de l'asthme du candidat, examen clinique, examens spirométriques avec tests de provocation, examen radiologique thoracique, sans oublier les motivations de la personne pour la pratique de la PSM, il nous semble possible de classer l'asthme selon les degrés de sévérité de la conférence de consensus [4]. Ainsi plusieurs situations doivent être différenciées :

— *Asthme intermittent* (palier 1) sans crise récente (délais supérieur à 7 jours) : possibilité de plonger, sans risque accru par rapport à un plongeur non asthmatique. Dans ce cadre, il nous semble possible d'inclure les asthmatiques ayant un traitement de fond préconisé dans les asthmes persistant léger (palier 2) mais ayant les caractères cliniques du palier 1.

— *Les asthmes persistant légers* (palier 2) ayant une fonction respiratoire normale mais avec une forte hyperréactivité bronchique (PC_{20} méthacholine < 8 mg/ml) peuvent présenter un bronchospasme en plongée qui de ce fait leur est contre-indiquée.

— Il va de soit que les asthmes « *persistant modérés* » (palier 3) et « *persistant sévères* » (palier 4) sont une contre-indication absolue à la pratique de la plongée sous-marine.

Dans tous les cas, dans la mesure où il n'existe pas de risque nul, tout plongeur doit être informé et connaître les risques de la plongée sous-marine pour atteindre la sécurité optimale [1, 27, 28] et, en conséquence apprendre la technique notamment la procédure de remontée en surface à vitesse normale (en France : 15 à 17 m.min⁻¹ jusqu'au 1^{er} palier, puis 6 m.min⁻¹ pour passer d'un palier à un autre, et du dernier palier jusqu'à la surface). Ceci est particulièrement valable pour les rares plongeurs asthmatiques n'ayant pas fait de crise depuis plusieurs mois, ayant une fonction respiratoire normale ainsi que les tests explorant l'hyperréactivité bronchique pour lesquels les études publiées n'ont pas montré de risque accru de surpression pulmonaire ou d'accident de décompression.

L'ensemble de ces recommandations pratiques rejoint les réflexions d'organismes américains [29], australiens et britanniques. Elles incitent à une concertation entre les autorités administratives sportives, les centres médico-sportifs et les Sociétés savantes compte-tenu du caractère médico-légal des dispositions annoncées. Elles devraient permettre de recenser les connaissances physiopathologiques, d'encourager les études épidémiologiques avec déclarations de tous les accidents de plongée sous-marine comme cela se fait aux Etats-Unis (DAN).

REMERCIEMENTS. — Remerciements à Monsieur J.P. Frémont et aux Laboratoires NOVARTIS ainsi qu'à Mme R. Corduan.

Nous tenons à remercier tous les plongeurs du Comité de Bretagne (Loire Atlantique incluse), qui par leurs confidences ont été à l'origine de ce travail.

Références

1. LE PECHON JCI : « Polycopié Médecine de la plongée professionnelle et du travail en air comprimé. Introduction à la Médecine hyperbare ». Tome 1 p1-67, Université René Descartes – PARIS – session 1990-1991.
2. REGNARD J : Poumon et plongée sous-marine. *La lettre du pneumologue* 1998 ; N° 2:12-15.
3. ANDERSON SA, HOLZER K : Exercise induced asthma : Is it the right diagnosis in elites athletes ? *J. Allergy Clin Immunol* 2000;106:419-28.
4. International Consensus Report on diagnosis and treatment of Asthma. National Heart Lung and Blood Institute, National Institute of Health. Bethesda, Maryland 20892. Publication N° 92-3091, March 1992. *Eur Respir J*, 1992;5:601-41.
5. Principes généraux de l'aptitude à la plongée in : Brousseau B. Physiologie et médecine de la plongée. Paris : Ellipses, 1992: 493-515.
6. JACQUIN M : Asthme et plongée ? Une mise au point. *Subaqua* 2000 ; N° 170:170-1.
7. STRAUSS RH : Diving Medicine. *Am Rev Respir Dis* 1979;119: 1001-23
8. HICKEY DD : Outline of medical standards for divers. *Undersea Biomed Res* 1984;11:407-32.
9. BOVE AA, NEUMAN T, KELSEN S, GLEASON W : Observations on asthma in the recreational diving population. *Undersea Biomed Res* 1992;19 (suppl):18.
10. CORSON KS, DOVENBARGER JA, MOON RE, BENNET PB : Risk assessment of asthma for decompression illness. *Undersea Biomed Res* 1991;18:16-7.
11. MC ANIFF JJ : United States Underwater diving fatalities statistics 1989 Report N° URI – SSR-91-22. University of Rhode Island, National underwater Accident data center, 1991.
12. FARRELL PJS, GLANVILL P : Diving practices of scuba divers with asthma. *Br Med J* 1990;300:166.
13. EDMONDS C, WALKER D : Scuba diving fatalities in Australia and New Zealand : The human factor. *SPUMS J* 1989;19:94-103.
14. JENKINS C, ANDERSON SD, WONG R, VEALE A : Compressed air diving and respiratory diseases. A discussion document of the Thoracic Society of Australia and New Zealand. *Med J Aust* 1993;158:275-9.
15. WOOLCOCK AJ, PEAT JK, SALOME CM, YAN K, ANDERSON SD, SCHOEFFER RE, MC COWAGE G, KILLALEA T : Prevalence of bronchial hyperresponsiveness and asthma in a rural population. *Thorax* 1987;42:361-8.
16. CHRISTENSEN M, STAUNSTRUP H, KRÖNER K : Changes in lung function in Asthmatics during scuba diving. *Eur Respir J* 1996;9 suppl 23:374s.
17. TETZLAFF K, REUTER M, LEPLow B, HELLER M, BETTINGHAUSEN E : Risks factors for pulmonary barotrauma in divers. *Chest* 1997;112:654-9.
18. BOVE AA : Pulmonary barotrauma in divers. Can prospective pulmonary function testing identify those at risk ? *Chest* 1997; 112:576-8.
19. VAN SCHOOR J, JOOS GG, PAUWELS RA : Indirect bronchial hyperresponsiveness in asthma : mechanisms, pharmacology and implications for clinical research. *Eur Respir J* 2000;16 : 514-33.
20. American Thoracic Society. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:309-29.
21. WEISS LD, VAN METER KW : Cerebral air embolism in asthmatic scuba divers in a swimming pool. *Chest* 1995;107: 1653-4.
22. SCUBA Subcommittee, TWAROG F : Discussion of risk of scuba diving in individuals with allergic and respiratory diseases. *J. Allergy clin Immunol* 1995;96:871-3.

23. NEUMAN TS, BOVE AA, O'CONNOR RD, KELSEN SG : Asthma and diving. *Ann Allergy* 1994;73:344-50.
24. RUSSI EW : Diving and the risk of barotrauma. *Thorax* 1998; 53 suppl :520-4.
25. MARTIN L : The medical problems of underwater diving. *N Engl J Med* 1992;326:1497 (letter).
26. MC DONOUGH, BARUTT J, SAFFRON JC : The medical problems of underwater diving. *N Engl J Med* 1992;326:1498 (letter).
27. LIN LY : Scuba divers with disabilities challenge medical protocols and ethics. *The Physician and Sports Medicine* 1987; 15:224-35.
28. WATT SJ, GUNNYEON WJ : Scuba divers with asthma. *Br Med J* 1990;300:609 (letter).
29. NEUMAN TS : Pulmonary fitness for diving. in Lundgren CEG, Miller JN. *The lung at depth*. New York. Basel : Marcel Dekker, 1999:73-90.