HAL
open science

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Charlène Hieramente

To cite this version:

Charlène Hieramente. Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome. Sciences pharmaceutiques. 2019. dumas-02458059

HAL Id: dumas-02458059

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02458059

Submitted on 28 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Faculté de Pharmacie
Aix*Marseille Université

THESE

PRESENTEE ET PUBLIQUEMENT SOUTENUE DEVANT LA FACULTE DE PHARMACIE DE MARSEILLE

LE 18 DECEMBRE 2019

PAR

Mlle HIERAMENTE CHARLENE

Née le 02/07/1995 à ISTRES

EN VUE D'OBTENIR

LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

TITRE :

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

JURY :

Président :

Pr RATHELOT P. - Docteur en Pharmacie- Professeur des Universités

Membres :

DUCROS C. - Docteur en Pharmacie – Praticien Hospitalier
ISSALIS B. - Docteur en Pharmacie – Titulaire officinal
GARAT J. – IDE et MF2 (Moniteur Fédéral de degré 2)

Faculté de Pharmacie
Aix-Marseille Université

27 Boulevard Jean Moulin – 13385 MARSEILLE Cedex 05
Tel. : 04 91 83 55 00 – Fax : 04 91 80 26 12

ADMINISTRATION :

Doyen :	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE
Vice-Doyens :	M. Jean-Paul BORG, M. François DEVRED, M. Pascal RATHELOT
Chargés de Mission :	Mme Pascale BARBIER, M. David BERGE-LEFRANC, Mme Manon CARRE, Mme Caroline DUCROS, Mme Frédérique GRIMALDI
Conseiller du Doyen :	M. Patrice VANELLE
Doyens honoraires :	M. Jacques REYNAUD, M. Pierre TIMON-DAVID, M. Patrice VANELLE
Professeurs émérites :	M. José SAMPOL, M. Athanassios ILIADIS, M. Jean-Pierre REYNIER, M. Henri PORTUGAL
Professeurs honoraires :	M. Guy BALANSARD, M. Yves BARRA, Mme Claudette BRIAND, M. Jacques CATALIN, Mme Andrée CREMIEUX, M. Aimé CREVAT, M. Bernard CRISTAU, M. Gérard DUMENIL, M. Alain DURAND, Mme Danielle GARÇON, M. Maurice JALFRE, M. Joseph JOACHIM, M. Maurice LANZA, M. José MALDONADO, M. Patrick REGLI, M. Jean-Claude SARI
Chef des Services Administratifs :	Mme Florence GAUREL
Chef de Cabinet :	Mme Aurélie BELENGUER
Responsable de la Scolarité :	Mme Nathalie BESNARD

DEPARTEMENT BIO-INGENIERIE PHARMACEUTIQUE
Responsable : Professeur Philippe PICCERELLE

PROFESSEURS

BIOPHYSIQUE	M. Vincent PEYROT M. Hervé KOVACIC
GENIE GENETIQUE ET BIOINGENIERIE	M. Christophe DUBOIS
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETIQUE	M. Philippe PICCERELLE

MAITRES DE CONFERENCES

BIOPHYSIQUE	M. Robert GILLI Mme Odile RIMET-GASPARINI Mme Pascale BARBIER M. François DEVRED Mme Manon CARRE M. Gilles BREUZARD Mme Alessandra PAGANO
GENIE GENETIQUE ET BIOTECHNOLOGIE	M. Eric SEREE-PACHA Mme Véronique REY-BOURGAREL
PHARMACIE GALENIQUE, PHARMACOTECHNIE INDUSTRIELLE, BIOPHARMACIE ET COSMETOLOGIE	M. Pascal PRINDERRE M. Emmanuel CAUTURE Mme Véronique ANDRIEU Mme Marie-Pierre SAVELLI
NUTRITION ET DIETETIQUE	M. Léopold TCHIAKPE

A.H.U.

THERAPIE CELLULAIRE	M. Jérémy MAGALON

ENSEIGNANTS CONTRACTUELS

ANGLAIS	Mme Angélique GOODWIN

DEPARTEMENT BIOLOGIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Philippe CHARPIOT

PROFESSEURS

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	M. Philippe CHARPIOT
BIOLOGIE CELLULAIRE	M. Jean-Paul BORG
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Françoise DIGNAT-GEORGE Mme Laurence CAMOIN-JAU Mme Florence SABATIER-MALATERRE Mme Nathalie BARDIN
MICROBIOLOGIE	M. Jean-Marc ROLAIN M. Philippe COLSON
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Nadine AZAS-KREDER

MAITRES DE CONFERENCES

BIOCHIMIE FONDAMENTALE, MOLECULAIRE ET CLINIQUE	Mme Dominique JOURDHEUIL-RAHMANI M. Thierry AUGIER M. Edouard LAMY Mme Alexandrine BERTAUD Mme Claire CERINI Mme Edwige TELLIER M. Stéphane POITEVIN
HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	Mme Aurélie LEROYER M. Romaric LACROIX Mme Sylvie COINTE
MICROBIOLOGIE	Mme Michèle LAGET M. Michel DE MEO Mme Anne DAVIN-REGLI Mme Véronique ROUX M. Fadi BITTAR Mme Isabelle PAGNIER Mme Sophie EDOUARD M. Seydina Mouhamadou DIENE
PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE MEDICALE, HYGIENE ET ZOOLOGIE	Mme Carole DI GIORGIO M. Aurélien DUMETRE Mme Magali CASANOVA Mme Anita COHEN
BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne-Catherine LOUHMEAU

A.H.U.

HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE	M. Maxime LOYENS

DEPARTEMENT CHIMIE PHARMACEUTIQUE

Responsable : Professeur Patrice VANELLE

PROFESSEURS

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine BADENS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Philippe GALLICE
CHIMIE MINERALE ET STRUCTURALE – CHIMIE THERAPEUTIQUE	M. Pascal RATHELOT M. Maxime CROZET
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE	M. Patrice VANELLE M. Thierry TERME
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	Mme Evelyne OLLIVIER

MAITRES DE CONFERENCES

BOTANIQUE ET CRYPTOGAMIE, BIOLOGIE CELLULAIRE	Mme Anne FAVEL Mme Joëlle MOULIN-TRAFFORT
CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Catherine DEFOORT M. Alain NICOLAY Mme Estelle WOLFF Mme Elise LOMBARD Mme Camille DESGROUAS
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. David BERGE-LEFRANC M. Pierre REBOUILLON
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Sandrine FRANCO-ALIBERT Mme Caroline DUCROS M. Marc MONTANA Mme Manon ROCHE
CHIMIE ORGANIQUE PHARMACEUTIQUE HYDROLOGIE	M. Armand GELLIS M. Christophe CURTI Mme Julie BROGGI M. Nicolas PRIMAS M. Cédric SPITZ M. Sébastien REDON
PHARMACOGNOSIE, ETHNOPHARMACOLOGIE, HOMEOPATHIE	M. Riad ELIAS Mme Valérie MAHIOU-LEDDET Mme Sok Siya BUN Mme Béatrice BAGHDIKIAN

MAITRES DE CONFERENCE ASSOCIES A TEMPS PARTIEL (M.A.S.T.)

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	Mme Anne-Marie PENET-LOREC
CHIMIE PHYSIQUE – PREVENTION DES RISQUES ET NUISANCES TECHNOLOGIQUES	M. Cyril PUJOL
DROIT ET ECONOMIE DE LA PHARMACIE	M. Marc LAMBERT
GESTION PHARMACEUTIQUE, PHARMACOECONOMIE ET ETHIQUE PHARMACEUTIQUE OFFICINALE, DROIT ET COMMUNICATION PHARMACEUTIQUES A L'OFFICINE ET GESTION DE LA PHARMAFAC	Mme Félicia FERRERA

A.H.U.

CHIMIE ANALYTIQUE, QUALITOLOGIE ET NUTRITION	M. Mathieu CERINO

ATER

CHIMIE ANALYTIQUE	M. Charles DESMARCHELIER
CHIMIE THERAPEUTIQUE	Mme Fanny MATHIAS

DEPARTEMENT MEDICAMENT ET SECURITE SANITAIRE
Responsable : Professeur Benjamin GUILLET

PROFESSEURS

PHARMACIE CLINIQUE	Mme Diane BRAGUER M. Stéphane HONORÉ
PHARMACODYNAMIE	M. Benjamin GUILLET
TOXICOLOGIE GENERALE	M. Bruno LACARELLE
TOXICOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT	Mme Frédérique GRIMALDI

MAITRES DE CONFERENCES

PHARMACODYNAMIE	M. Guillaume HACHE Mme Ahlem BOUHLEL M. Philippe GARRIGUE
PHYSIOLOGIE	Mme Sylviane LORTET Mme Emmanuelle MANOS-SAMPOL
TOXICOCINETIQUE ET PHARMACOCINETIQUE	M. Joseph CICCOLINI Mme Raphaëlle FANCIULLINO Mme Florence GATTACECCA
TOXICOLOGIE GENERALE ET PHARMACIE CLINIQUE	M. Pierre-Henri VILLARD Mme Caroline SOLAS-CHESNEAU Mme Marie-Anne ESTEVE

A.H.U.

PHARMACIE CLINIQUE	M. Florian CORREARD
PHARMACOCINETIQUE	Mme Nadège NEANT

CHARGES D'ENSEIGNEMENT A LA FACULTE

Mme Valérie AMIRAT-COMBRALIER, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Pierre BERTAULT-PERES, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Marie-Hélène BERTOCCHIO, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Martine BUES-CHARBIT, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Nicolas COSTE, Pharmacien-Praticien hospitalier

Mme Sophie GENSOLLEN, Pharmacien-Praticien hospitalier

M. Sylvain GONNET, Pharmacien titulaire

Mme Florence LEANDRO, Pharmacien adjoint

M. Stéphane PICHON, Pharmacien titulaire

M. Patrick REGGIO, Pharmacien conseil, DRSM de l'Assurance Maladie

Mme Clémence TABELE, Pharmacien-Praticien attaché

Mme TONNEAU-PFUG, Pharmacien adjoint

M. Badr Eddine TEHHANI, Pharmacien – Praticien hospitalier

M. Joël VELLOZZI, Expert-Comptable

Mise à jour le 22 février 2018

REMERCIEMENTS

Merci au Professeur RATHELOT,

D'avoir pris le temps de juger mon travail et de m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider ce jury. Merci pour la confiance que vous m'avez accordée.

Merci au Docteur DUCROS,

De m'avoir accompagnée à chaque étape de ce travail. Je vous remercie pour vos précieux conseils qui m'ont permis de mener à bien cette thèse, pour le temps que vous m'avez consacré et pour les corrections. Vous avez toujours été très disponible et votre approbation m'a énormément confortée et donné confiance en moi.

Merci à Jonathan GARAT,

Qui m'a aiguillée au travers de ces notions parfois obscures de la plongée sous-marine. Merci de t'être toujours rendu disponible pour moi malgré ton emploi du temps surchargé. Merci de m'avoir encouragée, critiquée et soutenue tout au long de l'écriture. Je pense que tu es devenu mon mentor plongée, tant en théorie qu'en pratique.

Merci au Docteur Benoit ISSALIS,

D'avoir accepté de faire partie de ce jury. Vous avez été un patron disponible et pédagogue et j'ai adoré travailler avec vous ces six derniers mois. J'ai beaucoup appris à vos côtés et j'ai énormément apprécié l'ambiance au sein de l'équipe et même vis-à-vis des patients.

A mon jury de thèse, merci d'avoir accepté de juger mon travail. Je vous remercie d'avoir pris le temps de relire ma thèse, pour vos conseils et vos corrections.

Et sans oublier,

Ma mère pour avoir été mon Bescherelle et mon meilleur correcteur orthographique. Pour avoir accepté de subir ce vocabulaire médical malgré ta formation littéraire et d'avoir malgré tout continué à lire et corriger.

Mon père d'avoir été mon cobaye concernant la lisibilité de mon texte et ma source d'inspiration pour le côté « plaisir de la plongée ». Merci d'avoir écouté mes monologues et de m'avoir encouragée et soutenue.

Ma sœur d'avoir été mon *design manager*, de t'être creusé la tête pour trouver une solution concernant ce présentoir et la partie graphique de ma thèse.

Elias, mon amour, de m'avoir supporté pendant ces 2 années d'écriture et d'avoir lu plusieurs fois le texte même si ce n'était pas ton sujet de lecture favori.

Laurence, mon amie et future consœur, d'avoir écouté mes jérémiades à chaque étape de l'écriture de ma thèse et d'avoir subi mes essais de présentation Word alors que tu avais déjà les tiens à gérer.

Vincent et Adrien, pour m'avoir aidée à créer le Google Forms.

Mes confrères plongeurs, ceux de mon club, le CVM mais aussi ceux des autres clubs de plongée ayant pris le temps de répondre à mon questionnaire, dont Samir B et Julie H pour leur participation à l'entretien thérapeutique.

L'Université n'entend donner aucune approbation, ni improbation aux opinions émises dans les thèses.

Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

PARTIE 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs 3

1. **L'ASTHME** 3

1.1.Définition et épidémiologie 3

1.1.1. La crise d'asthme 4

1.1.2. L'asthme aigu grave ou AAG 5

1.1.3. L'asthme sévère 6

1.2.Physiopathologie et facteurs de risques 7

1.3.Diagnostic 8

1.3.1. L'anamnèse 8

1.3.2. Au niveau clinique 9

1.3.3. L'identification du terrain atopique 10

1.3.4. L'identification de l'allergène en cause 10

1.3.5. L'Evaluation de la Fonction Respiratoire (EFR) 10

1.3.5.1.Test de provocation bronchique 11

1.3.5.2.Spirométrie 11

1.3.5.3.Pléthysmographie 12

1.3.5.4.Les rappels au patient concernant l'EFR 12

1.4.Classification et traitements associés 15

1.4.1. Les bronchodilatateurs 15

1.4.1.1.Les β2 stimulants ou β2 mimétiques 15

1.4.1.2.Anticholinergiques ou atropiniques 16

1.4.2. Les Anti-inflammatoires 16

1.4.2.1.Corticoïdes inhalés 16

1.4.2.2.Théophiline et autres bases xantiques 18

1.4.3. Autres 18

1.4.3.1.Antileucotriène 18

1.4.3.2.Les anticorps monoclonaux 18

1.4.3.3.Les anti-histaminiques H1 19

1.4.4. Le problème de l'observance 20

2. LA BRONCHOPNEUMOPATHIE CHRONIQUE OBSTRUCTRIVE (BPCO) 23

2.1.Définition et épidémiologie 23

2.1.1. Epidémiologie 23

2.1.2. Classification 24

2.1.2.1.Classification spirométrique 24

2.1.2.2.Echelle de dyspnée du MRC (*Medical Research Council*) 24

2.2.Physiopathologie et facteurs de risques 25

2.3.Le diagnostic 26

2.4.Classification et traitements associés 29

3. TABLEAU RECAPITULATIF 33

4. FICHE CONSEIL 34

PARTIE 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome 36

1. GENERALITES, PRINCIPES DE BASE : MATERIEL, NIVEAUX ET TABLES DE DECOMPRESSION 37

1.1.Les niveaux de plongée 37

1.1.1. PE12 : Plongeur encadré jusqu'à 12 mètres 38

1.1.2. Le niveau 1 38

1.1.3. PE40 39

1.1.4. Le niveau 2 (N2) 39

1.1.5. Le niveau 3 (N3) 39

1.1.6. Les encadrants de plongée 40

1.2.L'équipement 41

1.2.1. La combinaison ou vêtement isothermique 41

1.2.2. La bouteille 42

1.2.3. Le détendeur 43

1.2.4. Gilet de stabilisation communément appelé Stab 43

1.2.5. Les palmes 44

1.2.6. Le masque 44

1.2.7. Le parachute 45

1.2.8. Les plombs 45
1.2.9. La torche ou le phare 46
1.2.10. L'ordinateur de plongée 46
1.3.Les paliers de décompression 47
2. LES CONTRE-INDICATIONS LIEES A LA PLONGEE 48
3. LEGISLATION ET EXAMEN MEDICAL : LE CERTIFICAT DE NON CONTRE-INDICATION A LA PLONGEE SOUS-MARINE SPORTIVE 49
4. ACCIDENTS, RISQUES LIES A LA PLONGEE ET CONDUITE A TENIR 52
4.1.Les accidents barotraumatiques 53
4.2.Surpression pulmonaire et risques de rupture alvéolaire 55
4.3.Décompression et insuffisance ventilatoire 56
4.4.Essoufflement, effet toxique des gaz hyperbares et risques de noyade 60
4.4.1. Intoxication au dioxyde de carbone et essoufflement 60
4.4.2. Toxicité de l'oxygène 62
4.4.3. Narcose à l'azote ou ivresse des profondeurs 62
4.4.4. Toxicité de l'hélium 63
4.5.Œdème pulmonaire d'immersion 63
4.6.Les risques théoriques supplémentaires chez le patient asthmatique 66
4.6.1. ***Crise d'asthme*** 67
4.6.2. ***Barotraumatisme*** 68
4.6.3. ***Capacité physique réduite*** 69
4.6.4. ***Accident de décompression*** 69
4.6.5. ***Inhalation de facteurs irritants*** 70
4.7.Les risques théoriques supplémentaires chez le fumeur 71
4.7.1. Les effets immédiats de la fumée de cigarette 71
4.7.2. Les effets à long termes du tabac 72
5. LES BIENFAITS DE LA PLONGEE SOUS-MARINE 73

PARTIE 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif 76
1. FICHE CONSEIL 76

2. COMPTE RENDU DE L'EXPERIENCE OFFICINALE 79

2.1. Regard critique sur les données obtenues 79

2.2. Récapitulatif des patients ayant rempli le questionnaire 80

2.2.1. L'asthme chez le plongeur 81

2.2.1.1. La crise d'asthme 81

2.2.1.2. Les traitements de l'asthme 82

2.2.2. Le tabagisme chez le plongeur 83

2.2.2.1. Concernant la consommation tabagique 83

2.2.2.2. Concernant les symptômes de la consommation tabagique 83

2.2.2.3. Concernant l'activité physique 84

2.3. Concernant le rendez-vous officinal 84

CONCLUSION 88

ANNEXES

Annexes 1 – Tables MN90 90

Annexe 2 – Questionnaire d'aide à la visite médicale 94

Annexe 3 – Exemple de certificat d'absence de contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine 96

Annexe 4 – Fiche d'examen médical d'absence de contre-indication 97

Annexe 5 – Questionnaire : Asthmatiques, fumeurs et plongeurs 98

Annexe 6 – Fiche conseils 100

SERMENT DE GALIEN 101

INTRODUCTION

Le monde subaquatique a toujours été source de mystères et d'imaginaire. De tous temps, et même encore aujourd'hui, les Hommes sont fascinés par les profondeurs. Cependant, les fonds marins n'ont pas toujours été aussi accessibles. L'Homme a su inventer, au fur et à mesure du temps des appareillages qui ont progressivement permis de transgresser les lois naturelles et d'aller à l'encontre de notre incapacité à respirer sous l'eau. De plus en plus profondément, repoussant les limites de l'adaptation, l'Homme a su explorer l'environnement marin et chercher à se l'approprier, notamment grâce à la plongée sous-marine.

Mais, quel que soit le type de plongée pratiqué, il existe des règles de sécurité strictes et absolues. Bien qu'étant considérée comme un loisir, la plongée sportive en scaphandre autonome requiert une intégrité, tant sur le plan physique et psychique que fonctionnelle, du fait des nombreuses pressions qu'elle exerce sur le corps. C'est pour cela que de nombreuses contre-indications à cette pratique, temporaires ou définitives existent. La F.F.E.S.S.M (*Fédération Française d'Etude et de Sports Sous-Marins*) édicte ces règles, vérifie qu'elles sont bien respectées et assouplie éventuellement des interdictions qui auraient pu être trop strictes.

Dans les années 1930, des cas mortels de surpression pulmonaire furent rapportés par la Marine Américaine, lors d'exercices de remontée de sauvetage en eau libre, à partir de sous-marins. Suite à cela, les sujets connus pour un problème pulmonaire, y compris l'asthme, furent déclarés inaptes à la plongée.

Les études concernant la directe implication de la pratique de la plongée sous-marine dans les cas d'aggravation des pathologies ventilatoires obstructives incluant l'asthme, ne permettent pas d'établir ce lien avec certitude. Certaines règles physiques et chimiques imposent une nécessaire prudence mais, doit-on vraiment interdire cette pratique à ce profil de patient, quel que soit le degré de sévérité de sa pathologie et le niveau de contrôle qu'il a sur celle-ci ?

De même, dans quels cas les patients atteints d'autres pathologies bronchiques obstructives chroniques, telles que la BPCO (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive), peuvent-ils plonger ?

Bien que relativement récent, cet assouplissement des règles de plongée s'est révélé sans grande incidence sur le nombre de licenciés : En pratique, cette contre-indication était rarement respectée. Les plongeurs ont la capacité (volontaire ou non) de cacher leur pathologie au cours de la visite médicale obligatoire et de contourner ainsi les interdictions, souvent sans connaitre les réels enjeux et les risques liés à une pratique en dehors des règles. Le rôle du pharmacien d'officine étant avant tout d'informer et de prévenir, sa place s'inscrit parfaitement dans ce cadre.

Seront donc détaillés, différentes généralités concernant les troubles ventilatoires obstructifs, tels que l'asthme et la BPCO, puis des généralités concernant la plongée sportive en scaphandre autonome. Cela permettra de poser les bases nécessaires à la prise en charge à l'officine d'un néo-plongeur ou plongeur plus ou moins confirmé atteint de ces troubles respiratoires et désirant malgré tout pratiquer cette activité ou s'y initier. Sous quelles conditions et dans quelles mesures peut-il pratiquer la plongée ? A quel moment l'inciter à renoncer à cette activité ? Quels sont les conseils à lui rappeler ? Dans quels cas le patient devrait consulter un médecin spécialiste ?

C'est ce à quoi le questionnaire élaboré dans cette thèse et l'entretien pharmaceutiques mené tenteront de répondre…

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

PARTIE 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

L'asthme et la BPCO sont des pathologies inflammatoires chroniques obstructives dont les profils cliniques et fonctionnels sont proches. Cette similitude peut parfois entrainer des doutes au moment du diagnostic, en particulier chez la personne âgée[1]. Cependant, elles ont généralement une physiopathologie et une prise en charge différentes. Le site et l'histologie des lésions, le mécanisme inflammatoire et le terrain (âge, génétique) permettent de les discerner.
A la différence de l'asthme, la BPCO est considérée comme une maladie systémique.

Guérir de l'asthme est possible, cette pathologie touchant principalement les enfants (40% des asthmatiques en France sont des enfants) et ayant tendance à disparaître à l'âge adulte. Un adulte atteint d'asthme, par contre, peut à tout moment faire une crise, surtout s'il arrête de prendre son traitement de fond.
En ce qui concerne la BPCO, le traitement permettra seulement d'améliorer les symptômes et non de guérir : cette pathologie est considérée comme insidieuse et progressivement irréversible.

A elles-seules, ces deux pathologies touchent 10% de la population française[2].

1. L'ASTHME

1.1.Définition et épidémiologie

L'asthme est une pathologie d'origine multigénique caractérisée par une **obstruction bronchique intermittente** et une **inflammation chronique**, qui débute généralement chez le sujet jeune et touche les voies aériennes supérieures. L'hérédité est un facteur important dans la transmission autosomale polygénique de cette pathologie.
Seul l'asthme chez l'adulte sera abordé ici.

[1] Particularités des maladies respiratoires obstructives (asthme et BPCO) chez le sujet âgé, *Roche N.*, **Revue des Maladies Respiratoires**, juin 2017
[2] Asthme et BPCO, Différences physiopathologiques, *Bonnaud G*, Reims, avril 2012 (http://www.pneumocourlancy.fr/documents/presentation_asthme_BPCO.pdf)

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Il existe différents types d'asthme :

- La **crise d'asthme** ;
- L'**asthme d'effort**, qui apparaît quelques minutes après un effort physique ;
- L'**asthme instable** : Il existe une grande variabilité de l'obstruction bronchique chez la personne atteinte, au cours de la journée et d'un jour à l'autre ;
- L'**asthme professionnel** : Il concerne 5 à 10% des cas d'asthme en France. Les boulangers/pâtissiers, les métiers de la santé, les coiffeurs, les peintres, les travailleurs du bois et les employés de nettoyage sont les métiers représentant la moitié des cas d'asthme professionnel ;
- L'**asthme aigu grave** (AAG).

5% des asthmatiques sont des cas d'asthme sévère, présentant des symptômes persistants malgré les traitements[3].

1.1.1. La crise d'asthme

La crise d'asthme, aussi appelée « symptômes de brève durée » est caractérisée par :

- Une toux sèche quinteuse, des éternuements, une céphalée. Ces symptômes sont le plus souvent nocturnes et sont précédés ou non d'un prodrome ;
- Une dyspnée sibilante, caractérisée par un cycle inspiratoire court et un cycle expiratoire difficile et sifflant ;
- Une oppression thoracique pouvant être accompagnée d'angoisses et de sueur ;
- Une tachycardie ;
- Une toux grasse avec expectorations en fin de crise.

La crise est de durée variable et d'évolution imprévisible.

Les signes de gravité de la crise sont :

- Un manque d'amélioration malgré le traitement ;
- Des difficultés à parler ou tousser ;
- Une agitation, de la sueur ;
- Une cyanose, voire une pause ou un arrêt respiratoire, une orthopnée ;
- Une contraction permanente sternocléidomastoïdienne ;
- Des troubles de la conscience ;

[3] *Cours Asthme et BPCO, L3*

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- Une tachycardie supérieure à 110 battements par minute ;
- Un DEP (Débit Expiratoire de Pointe) inférieur à 30 % de la valeur théorique. Réalisé à l'aide d'un débitmètre de pointe ou « Peak Flow », il permet de mesurer le débit expiratoire maximum obtenu lors d'une expiration forcée.

1.1.2. L'asthme aigu grave ou AAG[4]

C'est une crise d'asthme considérée comme intense et inhabituelle qui engage le pronostic vital et qui nécessite une prise en charge en urgence. Cette prise en charge peut être débutée en ambulatoire et poursuivie en milieu hospitalier.
L'AAG est la conséquence d'une contraction des muscles lisses bronchiques, d'un œdème muqueux et d'une hypersécrétion bronchique, appelée **bronchospasme**. Cet intense spasme entraîne une réduction du diamètre des bronches ce qui induit un syndrome obstructif sévère pouvant être à l'origine d'une défaillance respiratoire mortelle (*voir figure 1*).
La mortalité due à l'AAG est en baisse depuis 2000 : 1 300 décès par an, contre 1 500 à 2 000 dans les années 1990. Cette réduction de la mortalité paraît liée à la généralisation de l'utilisation des corticoïdes inhalés dans le traitement de fond de l'asthme.

Selon l'OMS, l'asthme touche 4 millions de personnes en France et 300 millions de personnes dans le monde.
Depuis 2012, une enquête nationale est effectuée tous les deux ans en milieu scolaire : en maternelle, CM2 et troisième. En fonction des classes, la prévalence varie de 10 à 16%, pour diminuer ensuite chez l'adulte : 6,7%[5]. Selon l'enquête ISAAC (1995), la prévalence cumulée de l'asthme (crise d'asthme au cours de la vie) chez les adolescents était de 14,4% à Marseille.[6]

Il est à noter qu'un adulte ne guérit pas de l'asthme, mais 95% des cas sont bien tolérés.

[4] https://www.vidal.fr/recommandations/4033/asthme_aigu_grave/prise_en_charge/ - *Consulté le 02/07/18*
[5] https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/asthme - Consulté le 03/07/18
[6] L'asthme en France : synthèse des données épidémiologiques descriptives ; *M.-C. Delmas, C. Fuhrman ;* **Revue des maladies respiratoires** *;* 2010 (http://www.em-consulte.com/showarticlefile/244926/main.pdf#page=2&zoom=auto,-56,799)

	Crise d'asthme	**Asthme aigu grave**
Dyspnée	Gêne à la marche ou Gêne en étant assis et en parlant	Apparaît au repos
Parole	Phrases ou morceaux de phrases	Simples mots voire silence total
Sifflements	Modérés à bruyants pendant l'expiration	Bruyants pendant tout le cycle respiratoire
Fréquence respiratoire	Accélérée	>25/min
Fréquence cardiaque	<120/min	>120/min
DEP	Normal ou entre 60 et 80%	>50% voire non mesurable
Gazométrie	Hypoxie et hypocapnie	Normocapnie voire hypercapnie

Figure 1 : Tableau comparant les symptômes de la crise d'asthme et ceux de l'asthme aigu grave

1.1.3. L'asthme sévère

L'asthme sévère est directement associé à plus de 60 000 hospitalisations (54 130 hospitalisations en France en 2007) et à près de 900 décès par an. L'âge médian des personnes décédées par asthme entre 2000 et 2006 est de 78 ans (73 ans chez les hommes et 80 ans chez les femmes).

La diminution de la mortalité pour asthme au cours de ces dernières années témoigne vraisemblablement d'une amélioration de la prise en en charge de la maladie, notamment par l'utilisation plus large des traitements préventifs permettant de réduire la fréquence des exacerbations.

Toutefois, aucune diminution des taux d'hospitalisation n'est observée chez l'enfant et, chez l'adulte, les taux semblent s'être stabilisés, soulignant la nécessité de poursuivre les efforts afin d'améliorer la prise en charge thérapeutique et éducative des patients asthmatiques.

L'asthme est considéré comme une affection de longue durée sous le libellé « Insuffisance respiratoire chronique grave » (ALD 14). L'attribution de l'exonération au titre de l'insuffisance respiratoire chronique grave est fondée sur les critères suivants :

- Au niveau clinique : permanence de la dyspnée et répétition des crises paroxystiques ;
- Au niveau spirographique : persistance d'un syndrome d'obstruction malgré le traitement ;
- Au niveau thérapeutique : nécessité de la prise prolongée pluriquotidienne de médicaments bronchodilatateurs.

Plus d'un asthmatique sur cinq (22,9 %) bénéficie d'au moins une affection longue durée prise en charge à 100 % par l'Assurance Maladie, dont un tiers le sont au titre de leur asthme (34%), soit au global 7,7 % des asthmatiques actuels[7].

[7] L'asthme en France en 2006 : prévalence, contrôle et déterminants ; *Anissa Afrite, Caroline Allonier, Laure Com-Ruelle, Nelly Le Guen* - **Institut de recherche et documentation en économie de la santé** ; Janvier 2011 (http://www.irdes.fr/Publications/Rapports2011/rap1820.pdf)

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

1.2. Physiopathologie et facteurs de risques

L'asthme est caractérisé par une **hyperréactivité bronchique**. Il s'agit d'un phénomène inflammatoire chronique entraîné par la libération de médiateurs de l'inflammation dont des cytokines pro-inflammatoires et des facteurs de croissance. Cette inflammation est à l'origine d'anomalies de la clairance muco-ciliaire, d'une hypervascularisation bronchique (surtout en cas d'asthme à l'effort) et d'une hyperplasie de la muqueuse. Dans le cas d'une crise d'asthme, une sténose des voies aériennes est observée, induite par :

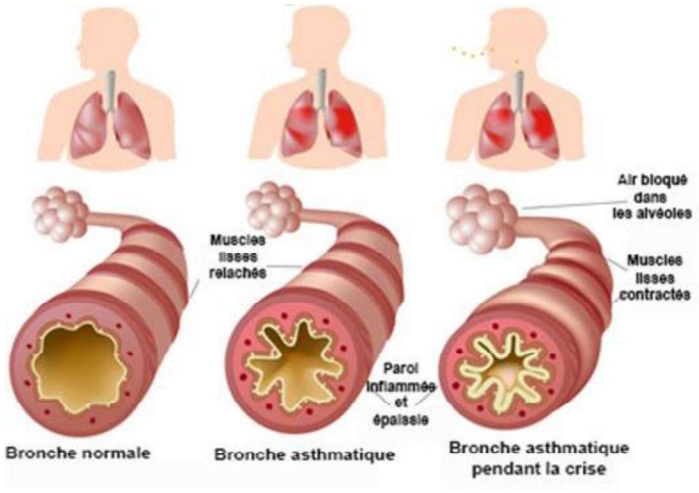
- Un **bronchospasme**, c'est-à-dire une contraction du muscle lisse bronchique. Ce muscle est hypertrophié, ce qui réduit davantage le diamètre des bronches pendant les crises ;
- Un épaississement de la lame basale réticulaire ;
- Et une **hypersécrétion de mucus** pouvant créer un bouchon muqueux.

Ces différents phénomènes occasionnent une augmentation des résistances à l'écoulement de l'air et donc une modification du rapport ventilation/perfusion des organes (*voir figure 2*).

L'asthme résulte de l'association d'une prédisposition génétique et de facteurs environnementaux :

- <u>Prédispositions génétiques :</u>
  - Antécédents familiaux ou personnels d'atopie ;
  - Antécédents personnels de bronchiolite à répétition pendant l'enfance ;
  - Antécédents familiaux ou personnels de rhinite allergique pendant l'enfance ;
  - Antécédents familiaux ou personnels de conjonctivite allergique ;
  - Prématurité ou petit poids de naissance.

- <u>Facteurs Endogènes :</u>
  - Hormonaux ;
  - Psychologiques ;
  - Digestifs ;
  - Exercice physique, émotions fortes.



<u>Figure 2</u> : Schéma comparant les bronches d'un sujet sain et celles d'un asthmatique [8]

[8] https://www.docteurclic.com/faq/asthme-chez-enfant-reponses-question.aspx - Consulté le 18/09/19

- Facteurs Environnementaux :
  - **Facteurs allergéniques** :
    - Les allergènes présents dans les habitations comme les acariens, les moisissures, les squames ou les animaux ;
    - Les allergènes extérieurs comme le pollen et les moisissures. Les pollens peuvent être à la fois des facteurs causals de la maladie et des facteurs d'exacerbation ;
    - Les produits chimiques incluant les médicaments (les bêtabloquants, les anti-inflammatoires, les antibiotiques…) ou les produits irritants retrouvés sur les lieux de travail.
  - **Facteurs irritants** comme le tabac (tabagisme actif ou passif), la pollution de l'air (en particulier les particules fines) ou les infections virales. Sans qu'elle ne puisse induire la maladie asthmatique, la pollution atmosphérique est un facteur de risque impliqué dans son installation à titre d'adjuvant ou un facteur déclenchant provoquant des exacerbations asthmatiques.
  - **Conditions météorologiques** : un climat humide et chaud favorise le développement des acariens et des moisissures. L'air froid et sec peut entraîner une inflammation transitoire des bronches, comme c'est cas dans le cadre de la plongée.

1.3.Diagnostic

Le diagnostic comporte à la fois un interrogatoire du patient, voire de ses proches aussi, une constatation clinique et une confirmation par analyse biologique :

1.3.1. L'anamnèse

La première étape du diagnostic est la recherche des éléments en faveur du diagnostic d'**allergie.** Il peut s'agir de facteurs :

- Environnementaux : milieu rural, urbain ;
- Concernant le mode de vie, y compris professionnel ;
- Génétiques : Antécédents familiaux ou personnels d'atopie.

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Il faut aussi déterminer :

- Les circonstances d'apparition des symptômes ;
- La chronologie des manifestations cliniques (caractère saisonnier…).

1.3.2. Au niveau clinique[9]

Les signes cliniques de l'asthme sont très variables. La majoration de ceux-ci se produit au cours de la crise d'asthme, qui dure de quelques minutes à quelques heures, mais en dehors des crises, le patient atteint est généralement asymptomatique. Cette crise témoigne d'une poussée inflammatoire parfois accompagnée d'une aggravation de l'obstruction bronchique, responsable de difficultés respiratoires. La toux est parfois le seul symptôme, mais il peut aussi s'agir de sifflements, d'une gêne respiratoire, de dyspnée expiratoire ou d'une sensation d'oppression thoracique.

- **L'asthme classique** est caractérisé par deux phases :
  - La phase sèche : pendant laquelle le patient est victime de polypnée, le temps respiratoire est plus long et des sibilants deviennent audibles ;
  - La phase catarrhale : caractérisée par une hypersécrétion bronchique.

- **L'asthme à dyspnée continue** : Il s'agit d'une crise paroxystique nocturne avec râles sibilants entre les crises, qui restent fréquentes malgré un traitement de fond.

- **L'asthme instable** : Le patient est atteint de crises pluriquotidiennes, non améliorées par les bronchodilatateurs et son débit expiratoire de pointe varie pendant la journée.

- **L'asthme aigu grave** : Il est caractérisé par une impossibilité de parler, une tachypnée, une tachycardie, un DEP non mesurable et une normo ou hypercapnie.

[9] Asthma: definitions and pathophysiology *; Mims JW.* ; **International Forum of Allergy & Rhinology** ; 2015;5(S1):S2-6 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26335832)

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

1.3.3. L'identification du terrain atopique

Cette étape permet de confirmer la présomption d'allergie. Le **test multiallergénique** (TMA) permet de rechercher des IgE sériques dirigés contre le mélange d'allergènes, fixés sur un support.

1.3.4. L'identification de l'allergène en cause

Le **Prick Test** consiste à mettre en contact, au niveau intradermique une petite quantité d'allergènes avec la peau du patient (*voir figure 3*). L'apparition d'une réaction cutanée de type érythémato-oedémateuse avec prurit, le test est considéré comme positif.

Le **dosage des IgE spécifiques** (RAST) permet aussi d'identifier l'allergène en cause mais cette méthode est moins commune.

1.3.5. L'Evaluation de la Fonction Respiratoire (EFR)

L'EFR permet d'analyser les différents volumes mobilisés lors du cycle respiratoire (*voir figure 4 et 5*).

<u>Le volume courant</u> : C'est le volume mobilisé au cours d'un cycle respiratoire normal.
<u>Le volume de réserve inspiratoire</u> : C'est le volume inspiré lors d'une inspiration forcée.
<u>Le volume de réserve expiratoire</u> : C'est le volume expiré lors d'une expiration forcée.
<u>Le volume résiduel</u> : C'est le volume non mobilisable qui reste à la fin d'une expiration forcée.
<u>La capacité vitale</u> : C'est l'ensemble des volumes mobilisables.
<u>La capacité fonctionnelle résiduelle</u> : C'est le volume pulmonaire en fin d'expiration normale ou volume pulmonaire de repos.
<u>La capacité pulmonaire totale</u> : C'est la somme de tous les volumes pulmonaires, généralement égale à 5L.

Ces volumes varient en fonction de l'âge, du sexe et de la taille.

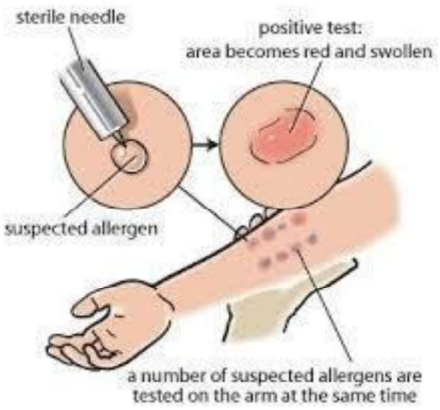


Figure 3 : Prick Test[10]

<table>
<tr><td>Volume de réserve inspiratoire (VRI)</td><td rowspan="2">Capacité inspiratoire</td><td rowspan="3">Capacité vitale (CV)</td><td rowspan="4">Capacité pulmonaire totale (CPT)</td></tr>
<tr><td>Volume courant (VT)</td></tr>
<tr><td>Volume de réserve expiratoire (VRE)</td><td rowspan="2">Capacité résiduelle fonctionnelle (CRF)</td></tr>
<tr><td>Volume résiduel (VR)</td><td>Volume résiduel (VR)</td></tr>
</table>

Figure 4 : Tableau des répartitions des volumes respiratoires

[10] https://www.indiamart.com/proddetail/skin-prick-test-allergens-6622598673.html - Consulté le 30/09/19

1.3.5.1. Test de provocation bronchique

Le **test de provocation bronchique** permet d'évaluer le degré de réactivité des bronches. Il est réalisé par inhalation de substances comme la métacholine qui font réagir les bronches.
La réalisation dans le cadre du diagnostic de l'asthme peut être controversée. En effet, pour être significatif, le sujet testé doit être dans une période cliniquement symptomatique au moment de la provocation : Un résultat négatif ne pourra donc pas exclure un asthme saisonnier[11]. Cependant, ce test reste largement utilisé[12].

1.3.5.2. Spirométrie

La **spirométrie** permet, à l'aide d'un spiromètre (*voir figure 6*) de mesurer les volumes d'air mobilisés par les mouvements respiratoires et les débits ventilatoires. Le trouble ventilatoire obstructif se dépiste par la réalisation d'une courbe débit/volume forcés. Pour cela, sont mesurés le **VEMS**, le volume expiré au maximum à la première seconde de l'expiration forcée, la **CVF** ou capacité vitale forcée et la **CVL** ou capacité vitale lente.

La manœuvre de capacité vitale lente permet de mesurer les volumes mobilisables (c'est-à-dire la capacité vitale lente, la capacité inspiratoire, le volume de réserve inspiratoire et le volume de réserve expiratoire). Ces deux mesures, VEMS/CVF et VEMS/CVL, sont le plus souvent égales ou très proches, mais peuvent parfois être différentes, notamment chez le patient ayant un trouble ventilatoire obstructif important. Le rapport VEMS/CV est exprimé en pourcentage, c'est l'**Indice de Tiffeneau**. Sa valeur normale se situe entre 75 et 80% mais diminue avec l'âge et varie en fonction du sexe.

La spirométrie est réalisable chez l'enfant dès l'âge de trois ans. A noter que les valeurs obtenues sont généralement normales entre 2 crises.

---

[11] https://www.revmed.ch/RMS/2014/RMS-N-451/L-hyperreactivite-bronchique-et-son-importance-pour-le-clinicien - Consulté le 30/09/19
[12] Direct challenge tests: Airway hyperresponsiveness in asthma: its measurement and clinical significance ; *Cockcroft DW;* **Chest** ; Aout 2010

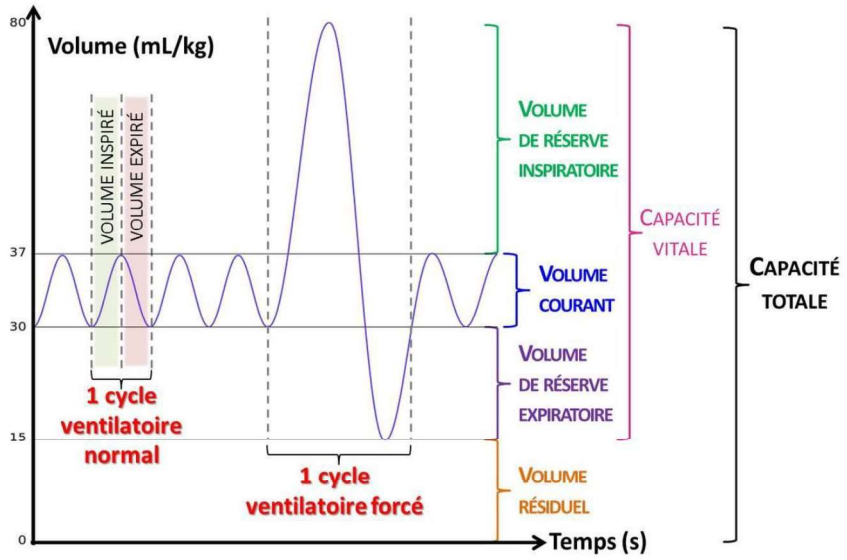


Figure 5 : Schéma des volumes respiratoires associés au cycle respiratoire[13]

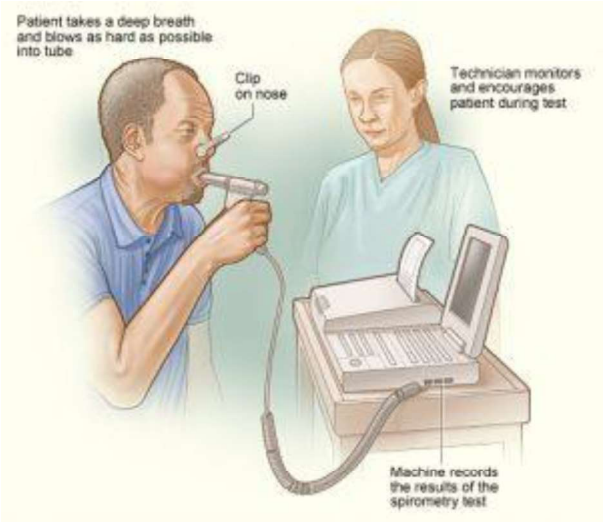


Figure 6 : Utilisation d'un spiromètre[14]

[13] http://svt-oehmichen.over-blog.fr/2015/09/volumes-pulmonaires.html - Consulté le 08/09/19
[14] https://www.medecine-et-beaute.com/2016/06/03/faire-test-de-fonction-pulmonaire-spirometrie/ - Consulté le 30/09/19

1.3.5.3. Pléthysmographie

La **pléthysmographie** permet de mesurer les volumes non mobilisables, c'est-à-dire les volumes d'air restant après une expiration passive (donc, la capacité résiduelle fonctionnelle) et après une expiration maximale (c'est-à-dire le volume résiduel), permettant de calculer la capacité pulmonaire. La pléthysmographie permet de dépister une distension dynamique associée au trouble ventilatoire obstructif, souvent présente lors de lésions emphysémateuses associées. Cette donnée est souvent mieux corrélée à la dyspnée du patient que le simple VEMS.

1.3.5.4. Les rappels au patient concernant l'EFR

Il faut rappeler au patient que certaines actions sont à éviter avant de se soumettre à une EFR dans un laboratoire :

- Il ne faut pas fumer moins d'une heure avant les examens ;
- Il ne faut pas consommer de l'alcool moins de 4 heures avant les examens ;
- Il ne faut pas se livrer à un exercice physique intense moins de 30 min avant les examens ;
- Il faut éviter de porter des vêtements limitant la pleine expansion thoracique et abdominale ;
- Il ne faut pas consommer un repas copieux moins de 2 heures avant les examens.

Si l'examen est réalisé pour diagnostiquer une maladie respiratoire, il est recommandé d'arrêter les bronchodilatateurs. Les EFR doivent être faites par un médecin formé à leur réalisation. Une mauvaise réalisation ou une réalisation répétée du test peut induire une inflammation réflexe de l'appareil bronchique et peut même déclencher un bronchospasme à l'origine d'une crise d'asthme.

A des fins de surveillance, une auto-évaluation du **DEP** (Débit Expiratoire de Pointe) peut être réalisée. Pour cela, il suffit d'utiliser un Peak Flow ou Débitmètre de pointe (*voir figure 7*).

Figure 7 : Utilisation du Peak Flow ou débitmètre de pointe[15]

[15] https://www.praxisdienst.de/Diagnostik/Fachspezifische+Diagnostik/Spirometrie/Peak+Flow+Meter/ - Consulté le 30/09/19

1.4. Classification et traitements associés[16]

La prise en charge de la maladie asthmatique reposait jusqu'à présent sur la notion d'évaluation de l'asthme en quatre stades de sévérité croissante :

- Asthme intermittent ;
- Asthme persistant léger ;
- Asthme persistant modéré ;
- Et asthme persistant sévère.

A ces stades identifiés avant traitement correspondait un traitement adapté et gradué dont le but était de minimiser au maximum les symptômes.

Les dernières recommandations nationales (HAS, 2004) et internationales (GINA, 2006) abandonnent cette notion de sévérité intrinsèque pour mettre en avant celle du contrôle de l'asthme, qui n'est autre que l'**intensité des signes cliniques** présentés par le patient au moment précis de la consultation, c'est-à-dire les signes résiduels chez un patient le plus souvent déjà sous traitement.

Naturellement, les notions de sévérité et de contrôle restent liées. En effet, si la charge thérapeutique (palier de traitement élevé) et la sévérité de l'asthme (avant traitement) sont importantes, et si les facteurs étiologiques ou déclenchants sont complexes, voire méconnus, le contrôle de la pathologie sera plus difficile à obtenir.

L'asthme persiste tout au long de la vie et présente des phases de rémission plus ou moins longues.
Le traitement de l'asthme a pour objectif la suppression ou la réduction de ces symptômes et repose d'une part sur une prise en charge globale du malade, associant l'éviction des facteurs déclenchant les crises (allergène, stress, médicaments, environnements particuliers, travail…), la prise de médicaments et d'autre part sur l'éducation thérapeutique (*voir figure 8*).

[16] https://www.vidal.fr/recommandations/1457/asthme_de_l_adulte/prise_en_charge/ - Consulté le 07/06/18

<table>
<tr><th>Caractéristiques</th><th>Asthme contrôlé</th><th>Asthme partiellement contrôlé</th><th>Asthme non contrôlé</th></tr>
<tr><td>Symptômes diurnes >2 fois par semaine</td><td rowspan="5">Aucune caractéristique</td><td rowspan="5">Entre 1 et 2 caractéristiques</td><td rowspan="5">3 ou plus de 3 caractéristiques</td></tr>
<tr><td>Symptômes nocturnes</td></tr>
<tr><td>Limitation des activités</td></tr>
<tr><td>Besoin de bronchodilatateurs plus de 2 fois par semaine</td></tr>
<tr><td>Fonction pulmonaire : VEMS<80% de la VN</td></tr>
<tr><td>Exacerbations</td><td>Non</td><td>1 ou plusieurs par an</td><td>1/semaine</td></tr>
</table>

Figure 8 : Tableau récapitulatif de l'évaluation du contrôle de l'asthme (d'après GINA 2015)

Il existe deux types de prise en charge médicamenteuse :

- Les **traitements de fond** permettent de limiter la fréquence et la sévérité des crises. Ils nécessitent une prise quotidienne (*voir figure 10*)
- Le **traitement de crise** permet de limiter l'intensité des symptômes de la crise d'asthme. Ils sont utilisés à la demande (*voir figure 9*)

L'**exacerbation** est définie par une majoration des symptômes respiratoires habituels et de l'obstruction bronchique de plus de 24 à 48 heures et nécessitant un recours inopiné aux soins, engendrant une modification de la thérapeutique habituelle.
D'après une étude[17], il serait possible d'anticiper ces exacerbations et permettre ainsi une prise en charge précoce du patient. La recherche d'éosinophiles dans l'expectoration et la mesure de l'hyperréactivité bronchique pourraient être des marqueurs prédictifs précoces d'une exacerbation. En effet, ces deux facteurs seraient modifiés avant l'apparition des perturbations fonctionnelles ou cliniques.

L'évaluation du contrôle de l'asthme doit être menée tous les 3 mois par le médecin traitant et au moins 1 fois par an par le pneumologue.

Le **Questionnaire ACT**[18] permet de situer le contrôle de l'asthme sur une échelle de 5 à 25. Il comprend cinq questions cotées de 1 à 5, portant sur le vécu du patient au cours des quatre dernières semaines. Elles comprennent :

- La fréquence de la gêne par l'asthme des activités au travail, aux études ou chez soi,
- La fréquence des épisodes d'essoufflement,
- La fréquence des troubles du sommeil liés à l'asthme,
- La fréquence de recours à un traitement d'urgence,
- Une évaluation globale du contrôle.

Une cotation à 25 correspond à un contrôle satisfaisant ; Un score compris entre 20 et 25 correspond à un asthme bien contrôlé ; Et un score inférieur à 20 à un asthme insuffisamment contrôlé.

[17] Recommandations pour le suivi médical des patients asthmatiques adultes et adolescents**, Recommandations pour la pratique clinique, argumentaire**, *ANAES et AFSSAPS*, 2004, *p53* (https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/argumentaire_asthme_2006_11_20__20_47_59_456.pdf)
[18] http://www.asthmacontroltest.com/Europe/Belgium/French/adult - Consulté le 11/09/19

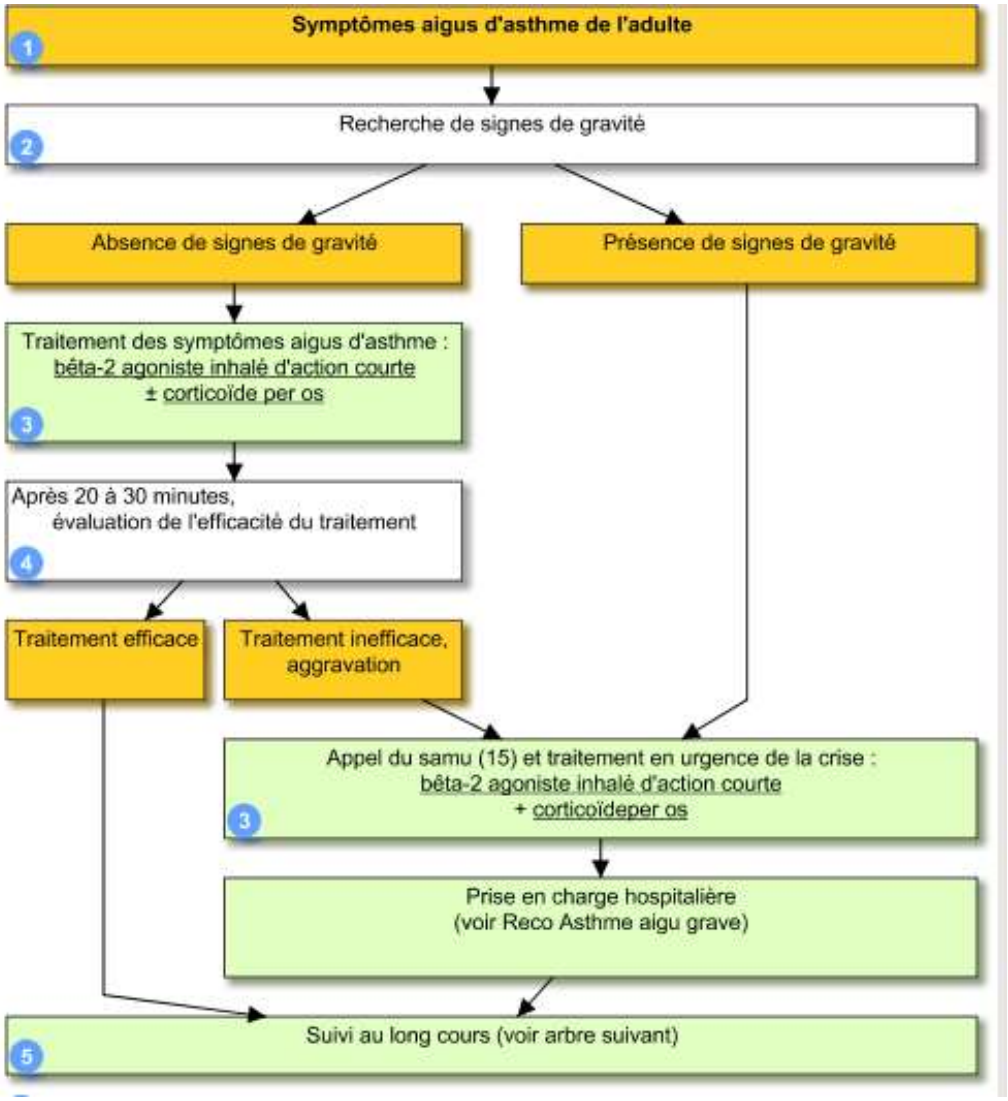


Figure 9 : Arbre décisionnel de la prise en charge des symptômes aigus de l'asthme[19]

[19] https://www.vidal.fr/recommandations/1457/asthme_de_l_adulte/prise_en_charge/ - Consulté le 07/06/18

D'après GINA (2018), des paliers de traitement de l'asthme ont été établis *(voir figure 11)*

Il existe différentes classes de médicaments[20] :

1.4.1. Les bronchodilatateurs :

1.4.1.1. Les β2 stimulants ou β2 mimétiques

Ils ont une action stimulante sur les récepteurs β2 du muscle lisse bronchique. En règle générale, ils ont une bonne tolérance et peu d'effets systémiques (tremblements, tachycardie, céphalée…). Ils peuvent être de longue ou de courte durée d'action.

Les β2 mimétiques de courte durée d'action sont indiqués en cas de crise pour lutter contre le bronchospasme. Le patient peut le prendre à volonté : il peut répéter les bouffées si besoin, espacées de quelques minutes, tant qu'il limite leur nombre à 12 bouffées par jour.

- SALBUTAMOL (VENTOLINE®, AIROMIR®) ;
- TERBUTALINE (BRICANYL®).

Les β2 mimétiques de longue durée d'action sont indiqués dans le traitement de fond de l'asthme. L'administration est généralement bijournalière.

- SALMETEROL (SEREVENT®) ;
- FORMOTEROL (FORADIL®) ;
- BAMBUTEROL (OXEOL®) ;
- INDACATEROL (OMBREZ®, OSLIF®).

Selon certaines études[21], il y aurait une diminution de l'efficacité des β2-agonistes au long court, autrement appelée **tachyphylaxie**. L'utilisation régulière de β2 agonistes est susceptible d'induire une tolérance liée à une diminution de l'expression de leurs récepteurs due à une réduction de leur transcription.

[20] *Cours Asthme et BPCO : Traitements, L3*
[21] Recommandations pour le suivi médical des patients asthmatiques adultes et adolescents**, Recommandations pour la pratique clinique, argumentaire**, *ANAES et AFSSAPS*, 2004, *p63* (https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/argumentaire_asthme_2006_11_20__20_47_59_456.pdf)

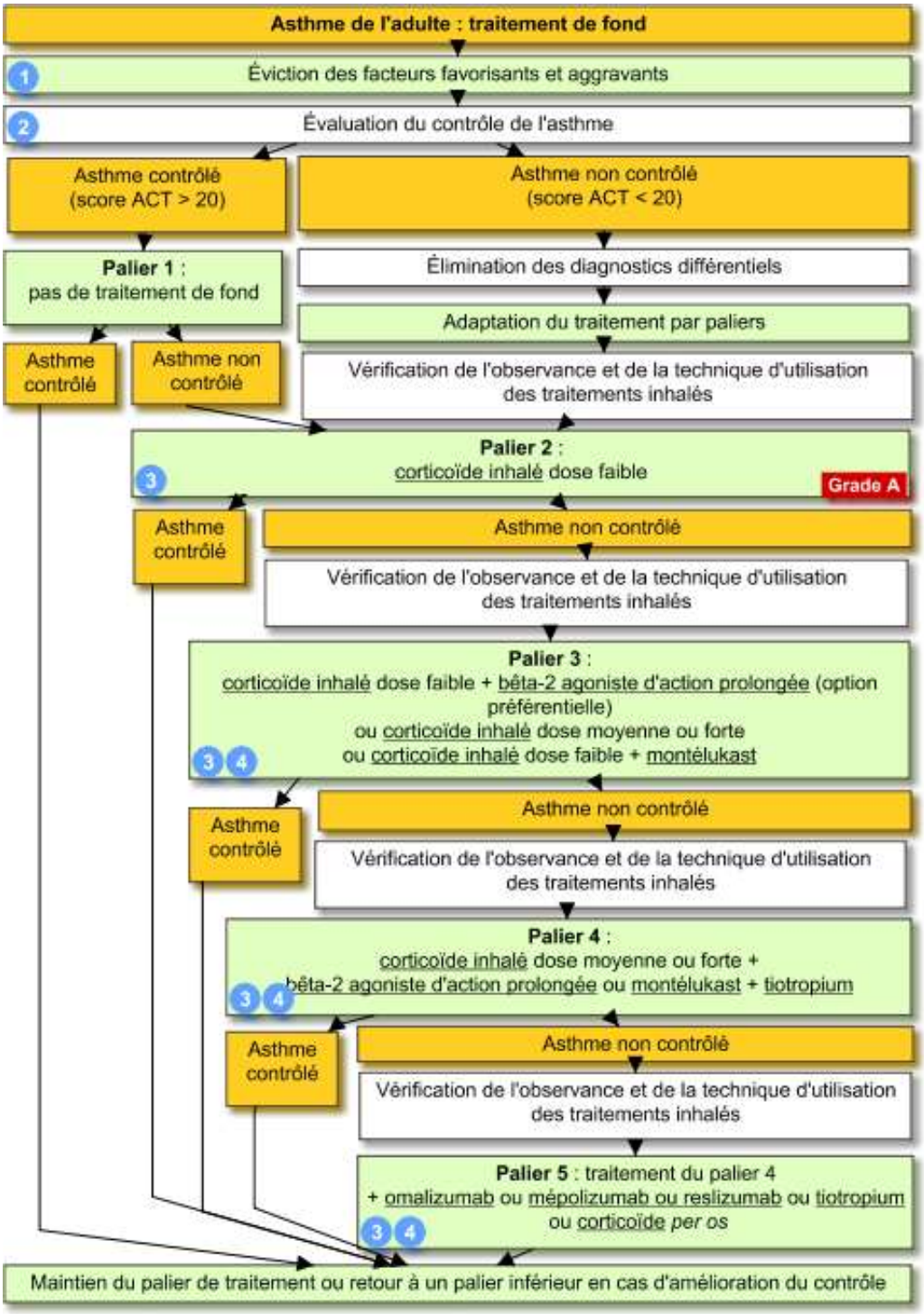


Figure 10 : Arbre décisionnel de la prise en charge au long court du patient asthmatique[22]

[22] https://www.vidal.fr/recommandations/1457/asthme_de_l_adulte/prise_en_charge/ - Consulté le 07/06/18

La pertinence clinique de la tachyphylaxie est incertaine, dans la mesure où elle ne s'accompagne pas d'une perte de contrôle de l'asthme ou d'une détérioration de la fonction respiratoire.

1.4.1.2.Anticholinergiques ou atropiniques :

Ils ont une **action agoniste rapide et persistante** sur les récepteurs muscariniques présents au niveau bronchique :

- Les récepteurs M_1 sont présents au niveau des ganglions ;
- Les récepteurs M_2 au niveau présynaptique des synapses neuro-effectrices ;
- Les récepteurs M_3 au niveau postsynaptique des synapses neuro-effectrices.

L'effet des médicaments anticholinergiques prédomine sur les bronches de gros calibre (> 2 mm). Les asthmes qui répondent le mieux aux anticholinergiques sont ceux où la composante irritative est importante comme l'asthme d'effort[23]

- TIOTROPIUM (SPIRIVA®) : dont la durée d'action est de 24 heures ;
- IPRATROPIUM (ATROVENT®) : dont la durée d'action est de 4 à 6 heures.

Ces médicaments peuvent entraîner une sècheresse buccale, des nausées, une tachycardie ou de la toux.

1.4.2. Les Anti-inflammatoires

Les anti-inflammatoires agissent à différents niveaux de la cascade de l'inflammation (*voir figure 12*), en fonction de leur mécanisme d'action.

1.4.2.1.Corticoïdes inhalés : ou anti-inflammatoires stéroïdiens d'action locale

Ils inhibent la phospholipase A2 et les molécules pro-inflammatoires. Ils agissent sur la **phase tardive** de l'asthme. Ils ont peu d'effets systémiques du fait de leur mode de dispersion et leur mode d'action locale. Les effets indésirables sont doses-dépendants, cependant, il faut rappeler au patient de correctement se rincer la bouche après utilisation car, du fait de son

[23] http://www.chups.jussieu.fr/polys/pharmaco/EIApneumo/POLY.Chp.2.1.2.html - Consulté le 30/09/19

<table>
<tr><th>Palier 1</th><th>Palier 2</th><th>Palier 3</th><th>Palier 4</th><th>Palier 5</th></tr>
<tr><td colspan="5">Education et contrôle de l’environnement</td></tr>
<tr><td colspan="5">β2 mimétiques de courte durée d’action à la demande</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1) Pas de traitement de fond

2) CSI à faible dose</td><td rowspan="2">1) CSI à faible dose

2) Montelukast ou Théophylline</td><td>1) CSI à faible dose + β2 mimétiques d’action longue

2) CSI à moyenne ou forte dose

3) CSI à faible dose
+
Montelukast</td><td>1) CSI à moyenne ou forte dose
+
β2 mimétiques d’action prolongée

2) CSI à moyenne ou forte dose
+
Montélukast

3) CSI à moyenne ou forte dose
+
β2 mimétiques d’action prolongée
+
Tiotropium</td><td rowspan="2">Traitement du palier 4
+
1) Avis spécialisé pour ajout d’un traitement additionnel par tiotropium ou omalizumab

2) Corticoïdes per os à la plus faible dose possible

3) Avis spécialisé pour ajout d’un traitement additionnel corticoïde per os à la plus faible dose possible ou omalizumab</td></tr>
<tr><td colspan="2">CSI + théophylline</td></tr>
</table>

<u>Figure 11 :</u> Tableau récapitulatif des paliers de traitement de l’asthme (d’après GINA 2018)

effet immunosuppresseur, ils peuvent entraîner une toux dans 7% des cas, apparaissant dans les 3 ans suivant le traitement, une dysphonie (voix rauque) et des candidoses oro-pharyngées. Il faut noter le risque d'effet rebond dans le cas où le patient arrête brutalement son traitement.

Contrairement aux idées reçues, les CSI n'ont pas d'impact sur la densité osseuse chez l'adulte, aux doses usuelles et pour des durées de traitement de quelques années (*données de niveau 1*), mais ils peuvent induire un risque accru de cataracte et de fragilité cutanée (*données de niveau 2*), et de glaucome à angle ouvert à forte dose (*données de niveau 3)*. La confusion entre l'effet des corticoïdes *per os* et celui des corticoïdes inhalés peut être un facteur supplémentaire de non-observance du traitement, notamment par peur du retard de croissance chez l'enfant.

- BECLOMETHASONE : BECLOJET®, QVAR®, BACOTIDE®, BECLOSPRAY®;
- BUDESONIDE : MIFLONIL®, PULMICORT®;
- FLUTICASONE : FLIXOTIDE®, AVAMYS®.

Il n'est pas recommandé de maintenir des hautes doses de corticoïdes inhalés chez les patients présentant un asthme contrôlé du fait du risque, bien que faible, d'effets indésirables. Déterminer la dose minimum efficace est fortement recommandée. La diminution des doses de corticothérapie inhalée peut se faire par paliers de 25-50% sur 3 mois. Aucune donnée ne permet de recommander un schéma précis d'arrêt des traitements additionnels[24].
Un traitement discontinu par corticoïdes inhalés n'est concevable que dans un cas de contrôle total de l'asthme depuis au moins un an chez les patients prévenus du risque de rechutes.[25]

[24] A Review on the Safety and Efficacy of Inhaled Corticosteroids in the Management of Asthma ; *Qian Ye, Xiao-Ou H, Anthony D'Urzo* ; **Pulmonary Therapy** ;Janvier 2017
[25] Mise à jour des recommandations (2015) pour la prise en charge et le suivi des patients asthmatiques adultes et adolescents (de 12 ans et plus) sous l'égide de la Société de pneumologie de langue française (SPLF) ; *C.Raherison, A.Bourdin, P.Bonniaud* ; **Elsevier Masson SAS** ; Février 2016
(http://splf.fr/wp-content/uploads/2016/11/reco-asthme-résumé-2016.pdf)

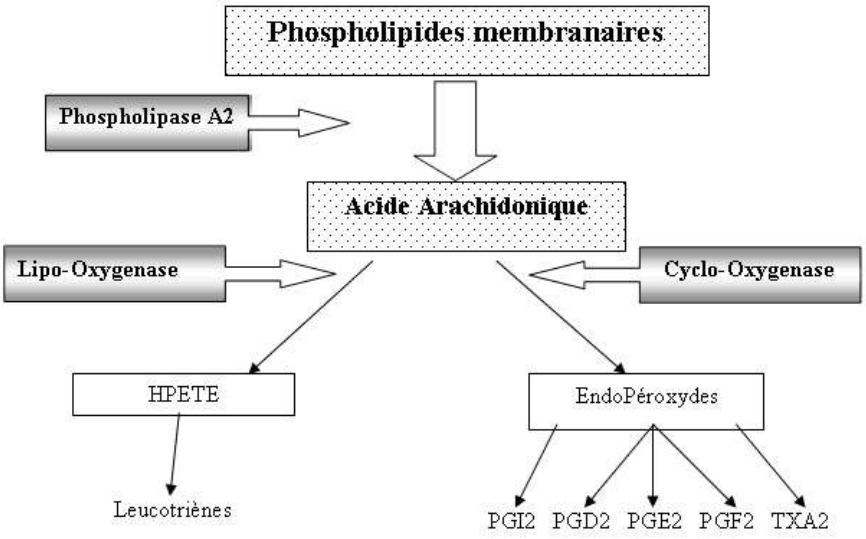


Figure 12 : Schéma de la cascade de l'inflammation[26]

[26] http://www.medecine.ups-tlse.fr/DCEM2/module8/item112/indexl1.htm - Consulté le 17/09/19

1.4.2.2. Théophiline et autres bases xantiques

Les DILATRANE®, EUPHYLLINE® et XANTHIUM® sont des médicaments à marge thérapeutique étroite qui ne sont, par conséquent, utilisés qu'en deuxième intention dans le traitement de fond de l'asthme, en cas d'intolérance aux β2-mimétiques. Leur mécanisme d'action est discuté mais :

- Ils agissent par inhibition des phosphodiestérases ;
- Ils ont une action anti-inflammatoire : inhibition de la dégranulation des mastocytes ;
- Ce sont des analeptiques respiratoires : action bronchodilatatrice par relaxation des muscles lisses bronchiques.

Il existe une forte variété interindividuelle du fait de sa demi-vie qui impose une surveillance thérapeutique et une adaptation de posologie.

1.4.3. Autres :

1.4.3.1. Antileucotriène : MONTELUKLAST (SINGULAIR®)

Il s'agit d'un antagoniste sélectif et compétitif des leucotriènes. Ce sont des substances produites par différentes cellules de l'organisme et qui contribuent à l'inflammation et à la contraction des bronches chez l'asthmatique. Le SINGULAIR® (Montelukast) entraîne aussi une bronchodilatation et limite l'infiltration cellulaire. Ce médicament peut occasionner des céphalées, un syndrome grippal, des douleurs abdominales et/ou diarrhées.

1.4.3.2. Les anticorps monoclonaux[27] :

Plus récemment, trois médicaments biologiques, dits « ciblés » ont été commercialisés et évalués par la HAS comme étant des moyens thérapeutiques supplémentaires dans la prise en charge de l'asthme sévère :

- OMALIZUMAB (XOLAIR®)
- MEPOLIZUMAB (NUCALA®)
- RESLIZUMAB (CINQAERO®)

[27] https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_2823952/fr/asthmes-severes-quels-traitements-proposer-et-dans-quels-cas - *Consulté le 15/07/19*

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

La HAS souligne que ces médicaments :

- N'ont pas pour objet de traiter des situations d'exacerbation d'asthme ;
- Ne peuvent être utilisés qu'en cas de mauvais contrôle de la maladie asthmatique malgré un traitement de fond incluant au minimum un corticoïde à forte dose et un bronchodilatateur de type agoniste β2 de longue durée d'action bien suivi depuis plusieurs mois ;
- Sont exclusivement réservés au traitement de fond de 2 formes particulières d'asthme sévère :
    - Le traitement par Cinqaero® (reslizumab) ou Nucala® (mepolizumab) ne doit être utilisé que chez les adultes ayant un asthme sévère à polynucléaires éosinophiles à partir de seuils déterminés et dans des conditions précises.
    - Le traitement par Xolair® (omalizumab) concerne les patients (adultes, adolescents de plus de 12 ans) ayant un asthme sévère allergique, dont la dépendance aux immunoglobulines E a été établie.

Ce sont des traitements de fond administrés en continu qui font l'objet d'une prescription initiale à l'hôpital, suivie d'une réévaluation médicale régulière.

- Cinqaero® (reslizumab) est administré en perfusion ;
- Nucala® (mepolizumab) est administré par voie SC toutes les 4 semaines ;
- Xolair® (omalizumab) est administré par voie SC toutes les 2 à 4 semaines.

La décision d'instaurer un tel traitement doit être prise après avis pneumologique spécialisé ou discussion collégiale.

1.4.3.3. Les anti-histaminiques H1

Ils inhibent la dégranulation des mastocytes :

- CROMONE (LUMIDAL®) ;
- KETOTIFENE (ZADITEN®).

Il existe de rares effets indésirables dont des irritations pharyngées, des toux voire des bronchospasmes.

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

1.4.4. Le problème de l'observance

La non-observance des traitements de l'asthme est un réel enjeu de santé publique.
Les études portant sur le lien entre mauvaise observance et morbi-mortalité liée à l'asthme, bien que présentant des limites méthodologiques, suggèrent que ce lien est réel. La fréquence de la non-observance est très variable, mais peut aller jusqu'à 60 % voire 80 % selon les populations et les critères utilisés. L'enquête REALISE[28] met en évidence que plus de la moitié (56%) des répondants admettaient ne pas prendre leur traitement de fond tous les jours. L'asthme est la pathologie chronique pour laquelle le taux de non-observance est le plus important.

L'éducation thérapeutique des patients a permis d'augmenter l'observance de 82 % à 93 % dans une étude non contrôlée chez 22 malades suivis durant 4 semaines, et de réduir le risque d'hospitalisation pour asthme. Cependant, le lien entre amélioration de l'observance et amélioration du contrôle de l'asthme n'est pas établi[29].

Les facteurs de risque d'inobservance peuvent être :

- **Liés au malade et à ses croyances**

Environ 50% des patients surestiment le contrôle de leurs symptômes et sous-estiment la gravité de leur état et les risques liés à leur pathologie. Selon l'enquête REALISE[29], 46% des répondants ressentaient l'absence de besoin de se traiter quotidiennement, le sentiment d'un asthme contrôlé et la non-perception de l'impact de la maladie sur les activités quotidiennes.
Des études ont montré une moins bonne observance chez les hommes, les patients de bas niveau éducatif, ayant un faible niveau de revenus, appartenant à une minorité, ne maîtrisant pas la langue du pays où ils vivent, ou ayant une communication de mauvaise qualité avec leur médecin.
L'absence ou la perte récente d'un travail rémunéré et des difficultés financières seraient des risques de non-observance mais inversement, le fait de travailler diminuerait également l'observance.

[28] L'adhésion thérapeutique dans l'asthme en France : revue générale ; *Laforest L, Belhassen M, Devouassoux G,* ; **Revue des Maladies Respiratoires** ; Mars 2017;34(3):194- 222
[29] Observance thérapeutique et asthma, Argumentaire ; **Elsevier Masson SAS** ; 2005(22 : 3S58-3S66)

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Enfin, une moins bonne observance a été rapportée chez les adolescents (sensation d'isolement) voire les jeunes adultes (18-34 ans) et certains sujets âgés. La peur des corticostéroïdes et le manque de confiance dans l'efficacité du traitement sont aussi des facteurs de non-observance. Selon l'enquête REALISE, 4% des patients invoquaient les effets secondaires comme raison de la non-prise du traitement.
Le manque d'habitude ou l'oubli peuvent également être une raison de non-observance (21% des patients selon l'enquête REALISE).

- **Liés aux caractéristiques de l'asthme**

Certaines études ont montré une moins bonne observance en cas d'asthme ou de symptômes sévères mais d'autres ont, au contraire, trouvé une non-observance plus grande chez les malades présentant un asthme modéré. L'observance est meilleure en cas d'hospitalisation pour asthme dans l'année écoulée. Le caractère récent de diagnostic de l'asthme était aussi un facteur de non-observance.

- **Liés aux médicaments ou aux schémas thérapeutiques**

Le nombre de prises par jour influence l'observance : 1 ou 2 prises seraient préférables à 3 ou 4, mais le nombre de lignes de traitements ne semble pas être un déterminant notable.
La non-observance d'un traitement inhalé (Fluticasone) est plus importante que celle d'un traitement oral (Montélukast), pouvant être due à un sentiment de gêne vis-à-vis de l'inhalateur. En effet, selon l'enquête REALISE, 47% des répondants trouvaient gênant d'utiliser leur inhalateur devant les autres et 38% de le transporter sur eux en permanence.
L'effet des traitements de fond est long à se manifester ce qui peut entraîner une perte d'adhérence au traitement.

- **Liés au mode de prise en charge**

La prise en charge par un médecin généraliste pourrait être associée à une moindre observance, de même que le recours préférentiel aux services d'urgence.

En Europe, le coût des soins induit par l'asthme est estimé à plus de 17,7 milliards d'euros par an, les pertes de productivité comptant pour 9,8 milliards d'euros. En effet, la maladie altère

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

considérablement la qualité de vie des patients : insomnies, baisse de l'activité, absentéisme (scolaire, congés maladie)… Selon l'enquête REALISE, un patient sur 3 (soit 34%) a dû prendre au moins un jour de repos à cause de son asthme au cours de l'année précédant l'enquête.

Conseils que le pharmacien peut donner au patient asthmatique

Une éducation thérapeutique doit être proposée précocement, et tout au long de sa pathologie au patient asthmatique. Elle doit permettre au patient d'acquérir les compétences suivantes :

- Connaissance de la maladie et des facteurs déclenchants ;
- Connaissance de l'action des médicaments, et notamment de la différence entre traitement des symptômes et traitement de fond ;
- Bonne utilisation des dispositifs inhalés ;
- Connaissance de la valeur du DEP optimal, du seuil et des symptômes imposant une action ;
- Capacité d'adapter le traitement en fonction des risques présents dans son environnement ou en cas d'exacerbation ;
- Capacité d'expliquer la maladie à son entourage.

Tout patient asthmatique doit savoir identifier et éviter les facteurs déclenchants de la crise : allergènes (en particulier les poils d'animaux), fumée de tabac, pollution atmosphérique, exposition au froid, effort physique, prise de médicaments…

Tout patient asthmatique doit être en possession des médicaments indiqués en cas de crise et être en mesure de les utiliser à bon escient (apprentissage préalable des techniques d'inhalation, information claire sur les posologies prescrites et sur le nombre de prises en cas de crise).

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

2. LA BRONCHOPNEUMOPATHIE CHRONIQUE OBSTRUCTRIVE (BPCO)

2.1.Définition et épidémiologie

La broncho-pneumopathie chronique obstructive ou BPCO est une pathologie systémique irréversible d'aggravation très progressive, dont le diagnostic est souvent trop tardif. C'est une pathologie respiratoire chronique définie par une obstruction permanente et progressive des voies aériennes.

2.1.1. Epidémiologie

Les données épidémiologiques sont peu nombreuses, la prévalence est difficile à estimer en raison :

- D'une part, du **sous-diagnostic**. En effet, celle-ci est basée sur l'auto déclaration de la maladie (qu'elle ait été ou non confirmée par un médecin) et est ainsi largement sous-estimée[30] ;
- Et, d'autre part, de la **réalisation des épreuves fonctionnelles respiratoires** dans le cadre d'études épidémiologiques mais aussi à des fins diagnostics est complexe. Ce sont les critères spirométriques qui permettent d'en porter le diagnostic et d'en déterminer le stade de sévérité.

La prévalence est estimée à 7,5 % dans une population de plus de 40 ans et 4,1% de la population française, soit 17 millions de personnes[31]. 80% des cas sont attribuables au tabagisme. Et, de par le développement du tabagisme féminin, la BPCO concerne aujourd'hui presque autant de femmes que d'hommes. Cependant, l'incidence semble se stabiliser chez l'homme. En 2009, 40 763 personnes étaient en ALD pour bronchite chronique sans précisions.

[30] http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Maladies-chroniques-et-traumatismes/Broncho-pneumopathie-chronique-obstructive-et-insuffisance-respiratoire-chronique/Surveillance-epidemiologique-de-la-broncho-pneumopathie-chronique-obstructive-et-de-l-insuffisance-respiratoire-chronique-en-France - Consulté le 04/07/19

[31] https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/bronchopneumopathie-chronique-obstructive-bpco - Consulté le 04/07/19

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

La BPCO est une maladie chronique fréquente ayant un poids important en termes de morbidité et de coûts. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime que, dans les pays industrialisés, la BPCO figurera au cinquième rang des causes de mortalité les plus fréquentes en 2030[32]. 16 000 décès par an en moyenne ont été recensés, avec, en 2006, 41/100 000 chez les hommes et 17/100 000 chez les femmes, âgés de 45 ans et plus[33]. La mortalité associée à la maladie stagne malgré les progrès de la prise en charge, probablement en raison d'un sous-diagnostic de la maladie ou de diagnostics trop tardifs.

2.1.2. Classification

Il existe plusieurs classifications de la sévérité de la pathologie en fonction des critères pris en compte :

2.1.2.1. Classification spirométrique :

Stade I : léger	VEMS/CV < 70%	VEMS > 80%
Stade II : modéré		50 < VEMS < 80%
Stade III : Sévère		30 < VEMS < 50%
Stade IV : très sévère		VEMS < 30% ou VEMS < 50% en cas d'insuffisance respiratoire chronique grave

2.1.2.2. Echelle de dyspnée du MRC (*Medical Research Council*)[34]

- **Stade 0** : Le patient présente une dyspnée pour des efforts soutenus (montée de 2 étages) ;
- **Stade 1** : Il présente une dyspnée lors de la marche rapide ou en pente ;

[32] Epidémiologie descriptive de la bronchopneumopathie chronique obstructuve (BPCO) en France, *C. Fuhrman, M.-C. Delmas,* **Revue des Maladies Respiratoires,** aout 2009 (http://www.em-consulte.com/rmr/article/244927)
[33] Bronchopneumopathie chronique obstructive : Guide du parcours de soins, **HAS**, Juin 2014 (https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parcours_de_soins_bpco_finale.pdf)
[34] *Cours de L3, Asthme et BPCO*

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- **Stade 2** : Il présente une dyspnée à la marche sur terrain plat suivant quelqu'un de son âge ;
- **Stade 3** : Il présente une dyspnée l'obligeant à s'arrêter pour reprendre son souffle après quelques minutes de marche ou une centaine de mètres parcourus sur terrain plat ;
- **Stade 4** : Il présente une dyspnée au moindre effort.

2.2.Physiopathologie et facteurs de risques

L'inflammation des voies aériennes inférieures, dont les bronches, provoque un épaississement des parois par atrophie des muscles lisses, ainsi qu'une hypersécrétion réactionnelle de mucus. L'inflammation du tissu pulmonaire entraîne des perturbations cellulaires et des anomalies fonctionnelles.

Une hyperplasie des cellules caliciformes et un raccourcissement des cils engendrent des anomalies de clairance muco-ciliaire et une destruction du tapis muco-ciliaire. En résulte, une plus grande sensibilité aux infections. L'altération du fonctionnement des cellules de Clara, qui sont les cellules sécrétant le surfactant pulmonaire, va occasionner une fermeture précoce des bronchioles à l'expiration.

Le muscle lisse bronchique s'hypertrophie dans les petites bronches, engendrant la diminution du VEMS et une augmentation du volume respiratoire. Il s'agit d'une diminution non complètement réversible des débits expiratoires.

Une hypervascularisation bronchique distale est aussi observée (*voir figure 13*).

Les alvéoles pulmonaires qui permettent les échanges gazeux lors de la respiration sont progressivement détruites ce qui conduit à une distension du parenchyme alvéolaire. L'air est pris au piège dans le tissu élastique, c'est le **trapping gazeux** *(voir figure 14)*. Cela entraîne une augmentation des espaces aériens distaux jusqu'à la rupture extra-alvéolaire : C'est **l'emphysème**[35]**.**

[35] https://www.inserm.fr/information-en-sante/dossiers-information/bronchopneumopathie-chronique-obstructive-bpco - Consulté le 28/07/19

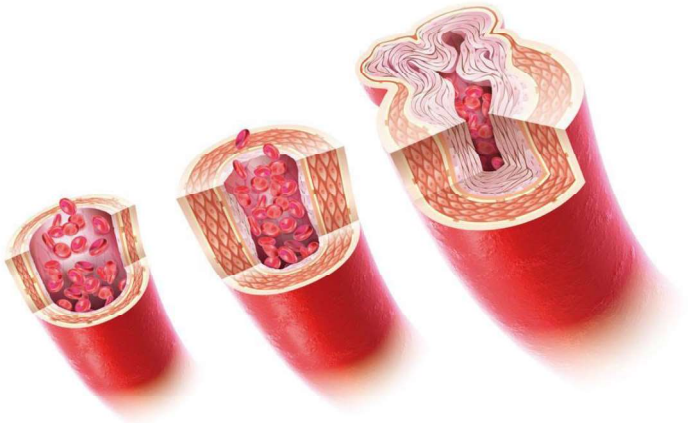


Figure 13 : Remodelage de la paroi vasculaire[36]

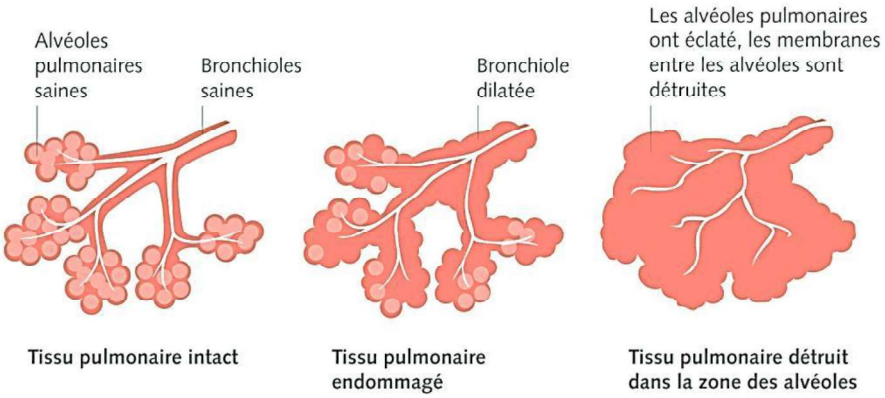


Figure 14 : Schéma de l'emphysème pulmonaire[37]

[36] La fonction pulmonaire chez le patient BPCO ; *Audrey HERPEUX* ; Dec 2018
[37] https://www.liguepulmonaire.ch/fr/maladies-et-consequences/bpco/causes.html - Consulté le 29/09/19

De plus, le rapport ventilation/perfusion organique est perturbé par la réduction du débit respiratoire ne participant plus aux échanges gazeux (hypoxémie voire hypercapnie). C'est ce qui sera à l'origine d'une **insuffisance respiratoire chronique.**

La BPCO a aussi des répercussions systémiques aux niveaux :

- Osseux : ostéoporose ;
- Musculaires : fonte musculaire ;
- Cardio-vasculaires : majoration du risque CV ;
- Nutritionnels et psychologiques.

Comme précédemment indiqué, le tabagisme, qu'il soit actif ou passif est le principal facteur de risque. Mais il en existe d'autres[38] :

- Les expositions professionnelles ou domestiques : poussière de charbon, poussière végétale, substances chimiques, silice, moisissures… ;
- La pollution de l'air ;
- Les infections des voies respiratoires inférieures fréquentes au cours de l'enfance.

Tout comme l'asthme, la BPCO possède une composante génétique[39] qui fait de cette pathologie une maladie à susceptibilité génétique déclenchée par des facteurs environnementaux favorisants.

2.3.Le diagnostic

Le diagnostic est souvent tardif car le patient s'adapte à l'augmentation progressive du temps expiratoire. Les circonstances de découverte de cette pathologie sont généralement le cas d'un homme de 50 ans ayant un passif tabagique, qui consulte pour l'apparition progressive d'une dyspnée qui altère sa qualité de vie.

[38] *Cours Asthme et BPCO, L3*
[39] Genetic polymorphism and chronic obstructive pulmonary disease, *Yuan C, Chang, Lu G, Deng X*, **International Journal of Chronic obstructive pulmonary desease**, Mai 2010 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28546746)

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Les professionnels de santé doivent penser à la BPCO, y compris chez le jeune adulte et poser la question des facteurs de risque, au premier rang desquels figure le **tabagisme** et notamment :

- Chez l'homme, plus de 20 paquets/année, soit 30 cigarettes par mois ;
- Chez la femme, plus de 15 paquets/année, soit 25 cigarettes par mois ;
- Associé ou non à l'inhalation de cannabis ;

Incluant le tabagisme passif. Mais également une exposition professionnelle ou domestique. Il est nécessaire de demander l'avis du médecin du travail en cas de doute[40].

Le diagnostic doit être évoqué devant :

- Un seul de ces signes : toux et expectoration chronique (pendant plus de 2-3 mois par an), dyspnée persistante, progressive, apparaissant ou s'aggravant à l'exercice ou suite à une bronchite ;
- Un adulte exposé à un facteur de risque décrit ci-dessus ;
- Une diminution du débit expiratoire de pointe ou du VEMS.

Au niveau clinique, les signes les plus courants sont la toux chronique, les expectorations, si le patient en souffre pendant plus de 3 mois par an pendant 2 ans consécutifs, des sibilants intra-thoraciques et des dyspnées d'apparition progressive (forme insidieuse) s'aggravant avec le temps.

Les autres signes évocateurs sont physiques, mais ils sont plus tardifs. Il s'agit de :

- L'**hyperinflation de la cage thoracique** et la **distension pulmonaire** (*voir figure 15)* : Du fait de la fonte musculaire, le diaphragme se raccourcit ou s'aplatit et les intercostaux externes s'allongent ;
- L'**amaigrissement** général du patient ;
- La **saillie du sterno-cléido-mastoidien** (*voir figure 16*) : Le patient utilise les muscles accessoires pour pouvoir respirer ce qui peut entraîner leur hypertrophie ;
- Le **signe de Hoover** (*voir figure 17*) : Il est caractérisé par une diminution du diamètre transversal de la partie inférieure du thorax et un rapprochement des parois thoraciques ;
- Ou les **lèvres pincées** à l'expiration.

[40] https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parcours_de_soins_bpco_finale.pdf - Consulté le 29/09/19

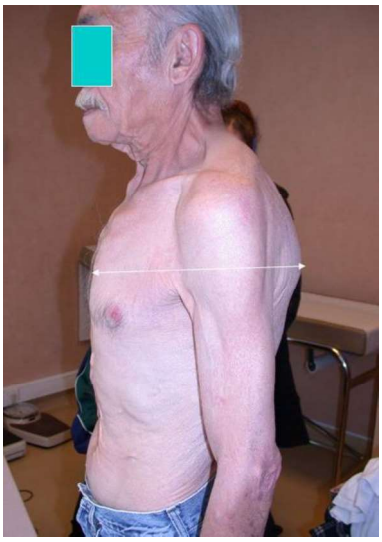


Figure 15 : Hyperinflation thoracique [41]

-

Figure 16 : Muscle sterno-cléido-mastoidien [42]

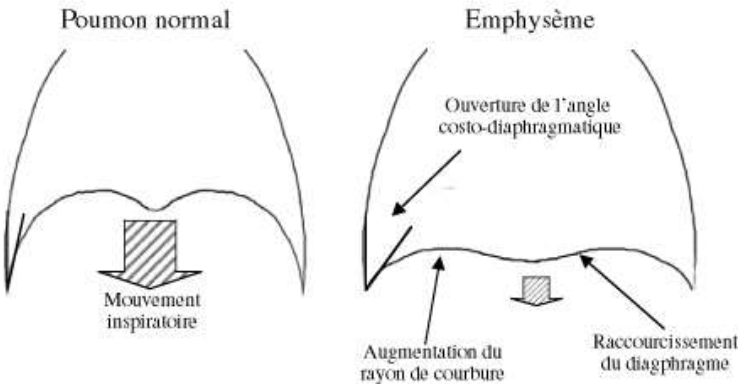


Figure 17 : Signe de Hoover [40]

[41] La fonction pulmonaire chez le patient BPCO ; *Audrey HERPEUX* ; Dec 2018
[42] http://sante.lefigaro.fr/sante/organe/muscle-sterno-cleido-mastoidien/quelle-est-sa-fonction - Consulté le 29/09/2019

Cette dégradation progressive de l'état de santé du patient est ponctuée d'exacerbations pouvant conduire à une hospitalisation. L'**exacerbation** est définie comme une majoration des symptômes respiratoires, débutant de façon aiguë, durant plus de 48 heures ou justifiant une modification thérapeutique. Une exacerbation sévère avec insuffisance respiratoire aiguë est une urgence médicale.

A chaque stade de la pathologie, de nouveaux signes cliniques viennent s'ajouter :

- Au stade 1 : le patient peut tousser avec des expectorations ;
- Au stade 2 : Le patient présente une toux avec expectorations et peut présenter une dyspnée à l'effort ;
- Au stade 3 : Le patient est victime d'exacerbations répétées incluant des infections respiratoires, une recrudescence de la toux, des dyspnées, des expectorations et il présente un risque d'acidose gazeuse ;
- Au stade 4 : Une altération de la qualité de vie du patient est observée et il présente des décompensations.

Au niveau spirométrique[43], les EFR répétées une fois par an pendant 3 ans permettraient d'identifier le phénotype du patient à risque de dégradation rapide de la fonction respiratoire. La place de cette pratique en thérapie est en cours d'évaluation. En effet, la **mesure du VEMS** est un indicateur de la sévérité de l'obstruction bronchique, illustrée par différents stades :

- Au stade I (léger), le VEMS est supérieur ou égal à 80% ;
- Au stade II (modéré), le VEMS est compris entre 50 et 80% ;
- Au stade III (sévère), le VEMS est compris entre 30 et 50% ;
- Au stade IV (très sévère), le VEMS est inférieur à 30%.

Au niveau biologique, une **polyglobulie** et une **acidose respiratoire** peuvent être mises en évidence. L'insuffisance respiratoire chronique entraîne, au niveau gazométrique, une **hypoxie** (PaO_2<60mmHg) parfois associée à une **hypercapnie** dans les cas les plus graves[44].

[43] https://www.vidal.fr/recommandations/1458/bpco/prise_en_charge/ - Consulté le 09/09/19
[44] *Cours Asthme et BPCO, L3*

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

2.4. Classification et traitements associés[45]

Les objectifs du traitement sont :

- De prévenir la progression de la maladie en arrêtant le tabac ou en limitant autant que possible l'exposition aux autres facteurs de risque ;
- De soulager les symptômes (toux, expectoration, dyspnée, etc.) ;
- De prévenir et traiter les complications et les exacerbations (surinfection, décompensation respiratoire, etc.).

Le but va être de diminuer la mortalité et d'améliorer la qualité de vie en améliorant la tolérance à l'effort et l'état de santé général du patient (*voir figure 18*).

La prise en charge du patient atteint de BPCO consiste avant tout à **limiter son tabagisme**[46] avec pour objectif l'arrêt total du tabac. C'est la seule mesure susceptible de rétablir un rythme de décroissance normal du VEMS. En l'absence d'un sevrage complet, les chances d'une stabilisation de la maladie (voire parfois d'une amélioration) sont nulles.

Des traitements peuvent être proposés :

- Les **substituts nicotiniques** en 1ère intention avec adaptation de la posologie en fonction des symptômes. Ce sont des médicaments à base de nicotine qu'on utilise afin de soulager les symptômes liés au manque. Leur utilisation sur une période de 3 à 6 mois augmente de 50 % les chances de rester non-fumeur. Ils existent sous plusieurs formes : patchs (à diffusion lente) ou formes orales (d'action rapide) comme les gommes, les pastilles, les comprimés à sucer… Ils contiennent un dosage en nicotine plus ou moins important. A noter qu'ils sont remboursés à 65% par l'Assurance Maladie[47] sur prescription établie par un médecin, un infirmier, un chirurgien-dentiste, un masseur-kinésithérapeute ou une sage-femme :
    - Nicopatch® ;
    - Niquitin® ;
    - Niquitinminis® ;
    - Nicotinell® ;
    - Nicorette® :
    - Nicopass®.

[45] http://splf.fr/documents/les-recommandations-splf/ - Consulté le 09/09/19
[46] https://www.vidal.fr/recommandations/1458/bpco/prise_en_charge/ - Consulté le 09/09/19
[47] https://www.ameli.fr/assure/remboursements/rembourse/medicaments-vaccins-dispositifs-medicaux/prise-charge-substituts-nicotiniques - Consulté le 29/09/19

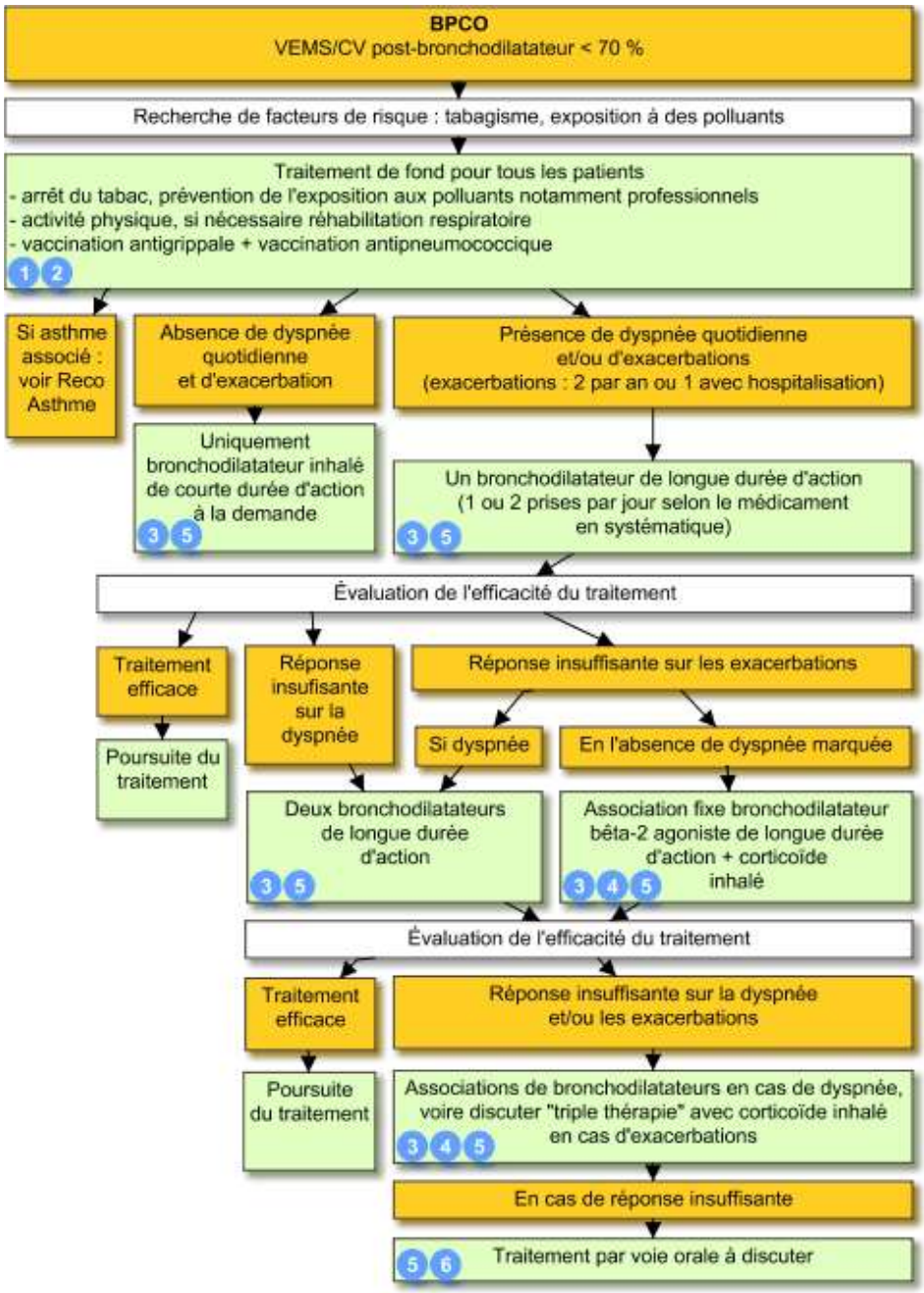


Figure 18 : Arbre décisionnel de la prise en charge du patient atteint de BPCO[48]

[48] https://www.vidal.fr/recommandations/1458/bpco/prise_en_charge/ - Consulté le 09/09/19

- La **Varénicline (CHAMPIX®)** en 2ème intention, après échec des substituts nicotiniques. Pour le Champix® (Varénicline), le patient et l'entourage seront informés des risques explicités dans le résumé des caractéristiques du produit et la notice, en particulier agressivité, troubles dépressifs et idées suicidaires.

L'Assurance Maladie a aussi créé une application disponible sur mobiles pour aider les fumeurs à préparer leur sevrage tabagique : **Tabac info service**. Cette application permet un accompagnement personnalisé et elle est gratuite.

Certaines actions ont été menées afin de réduire le tabagisme en France, notamment, le **Moi(s) sans tabac**[49]. Il s'agit d'un programme national d'accompagnement au sevrage tabagique, réalisé au mois de novembre et reconduit chaque année depuis 2016. Cette opération est un défi collectif incitant et accompagnant les fumeurs dans une démarche d'arrêt du tabac durant 30 jours. Il a en effet été démontré qu'après un mois sans fumer, les chances d'arrêter définitivement sont 5 fois plus élevées.
L'opération est pilotée sur le plan national par l'agence nationale de santé publique : **Santé Publique France**, avec l'appui du Ministère de la Santé et de l'Assurance Maladie. Elle s'intègre dans les axes du Plan cancer 3 et du programme national de réduction du tabagisme 2014-2019[50].

La vaccination du patient est indispensable pour limiter le risque d'exacerbations et d'aggravation de la pathologie :

- La **vaccination antigrippale** tous les ans. Elle réduit de 50 % la mortalité par infection grippale chez les patients de plus de 65 ans ;
- La **vaccination anti-pneumococcique** tous les 5 ans, recommandée en cas d'insuffisance respiratoire chronique.

Le drainage correct des bronches est nécessaire, particulièrement en cas d'hypersécrétion bronchique. Il passe par l'apprentissage, avec un kinésithérapeute, de techniques favorisant l'expectoration.

[49] https://mois-sans-tabac.tabac-info-service.fr/ - Consulté le 07/07/19
[50] http://www.cres-paca.org/a/365/moi-s-sans-tabac-le-dispositif-et-les-acteurs-/ - Consulté le 29//0/19

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Le maintien d'une activité physique adaptée est primordial. Quel que soit le stade de gravité de la pathologie, en cas de dyspnée d'exercice malgré un traitement bronchodilatateur bien conduit, une réhabilitation respiratoire est recommandée.

Là encore, la place de l'Education Thérapeutique du Patient est cruciale, notamment pour que le patient comprenne son traitement, y adhère et le prenne correctement.

En dehors des exacerbations, la prise en charge du patient atteint de BPCO dépend du stade de sévérité de sa pathologie (*voir figure 19*). Si les bronchodilatateurs, quelle que soit leur durée d'action ne sont pas assez efficaces, il est préférable de changer de classe plutôt que d'augmenter les doses. Toute exacerbation ne justifie pas la prescription d'un antibiotique. Une exacerbation peut être confondue avec une autre complication (insuffisance cardiaque, embolie pulmonaire, pneumonie, pneumothorax, etc.) (*voir figure 20*). En cas de doute, des investigations complémentaires doivent être discutées (ECG, imagerie, biomarqueurs).

Les patients atteints de dyspnée et, *a fortiori*, d'insuffisance respiratoire, doivent être informés du risque de dépression respiratoire qu'entraîne la prise de certains médicaments comme les antitussifs, les opiacés et certains psychotropes.

En 2013, environ 145 000 français atteints de formes sévères de la maladie bénéficiaient d'une oxygénothérapie de longue durée.

Les critères d'hospitalisation sont :

- Sujet âgé c'est-à-dire >70 ans ;
- Présence de comorbidités ;
- Stade de gravité de la BPCO supérieur ou égal à 3 ;
- Signes cliniques ou gazométrie de gravité immédiate :

<table>
<tr><th>Stade 1</th><th>Stade 2</th><th>Stade 3</th><th>Stade 4</th></tr>
<tr><td colspan="4">Bronchodilatateurs de courte durée d’action : β2 agonistes ou anticholinergiques</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Bronchodilatateurs de longue durée d’action : β2 agonistes ou anticholinergiques + Réhabilitation respiratoire</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Glucocorticoïdes inhalés sous forme d’association fixe si exacerbations répétées et symptômes significatifs</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>Oxygénothérapie de longue durée sur IRC</td></tr>
</table>

Figure 19 : Tableau récapitulatif des lignes de traitement en fonction du stade de sévérité d’un patient atteint de BPCO

Appareil respiratoire	**Appareil cardio-vasculaire**	**Appareil neurologique**	**Gaz du sang**
- Dyspnée de repos - Cyanose - SpO2<90% - Usage des muscles respiratoires accessoires - Respiration abdominale paradoxale - FR>25/min - Toux inefficace	- Tachycardie >100/min - Troubles du rythme - Hypotension artérielle - Marbrures - Œdèmes des membres inférieurs	- Agitation - Confusion - Obnubilation - Coma - Asterixis (chute brutale et de brève durée du tonus des muscles extenseurs de la main)	- Soit aggravation par rapport à des données antérieures - Soit : - Hypoxémie < 55mmHg - Hypercapnie > 45mmHg - Acidose ventilatoire

- Dégradation rapide de l'état général ;
- Augmentation marquée des symptômes (dyspnée de repos) ou dégradation majeure par rapport à l'état de base (cyanose, OMI) ;
- Echec du traitement initial ;
- Exacerbation fréquente ou épisodes d'évolution défavorables ;
- Difficultés diagnostiques ;
- Patient isolé et/ou aide à domicile insuffisante.

En 2013, entre 95 000 et 145 000 hospitalisations liées à la maladie ont été comptabilisées en France.

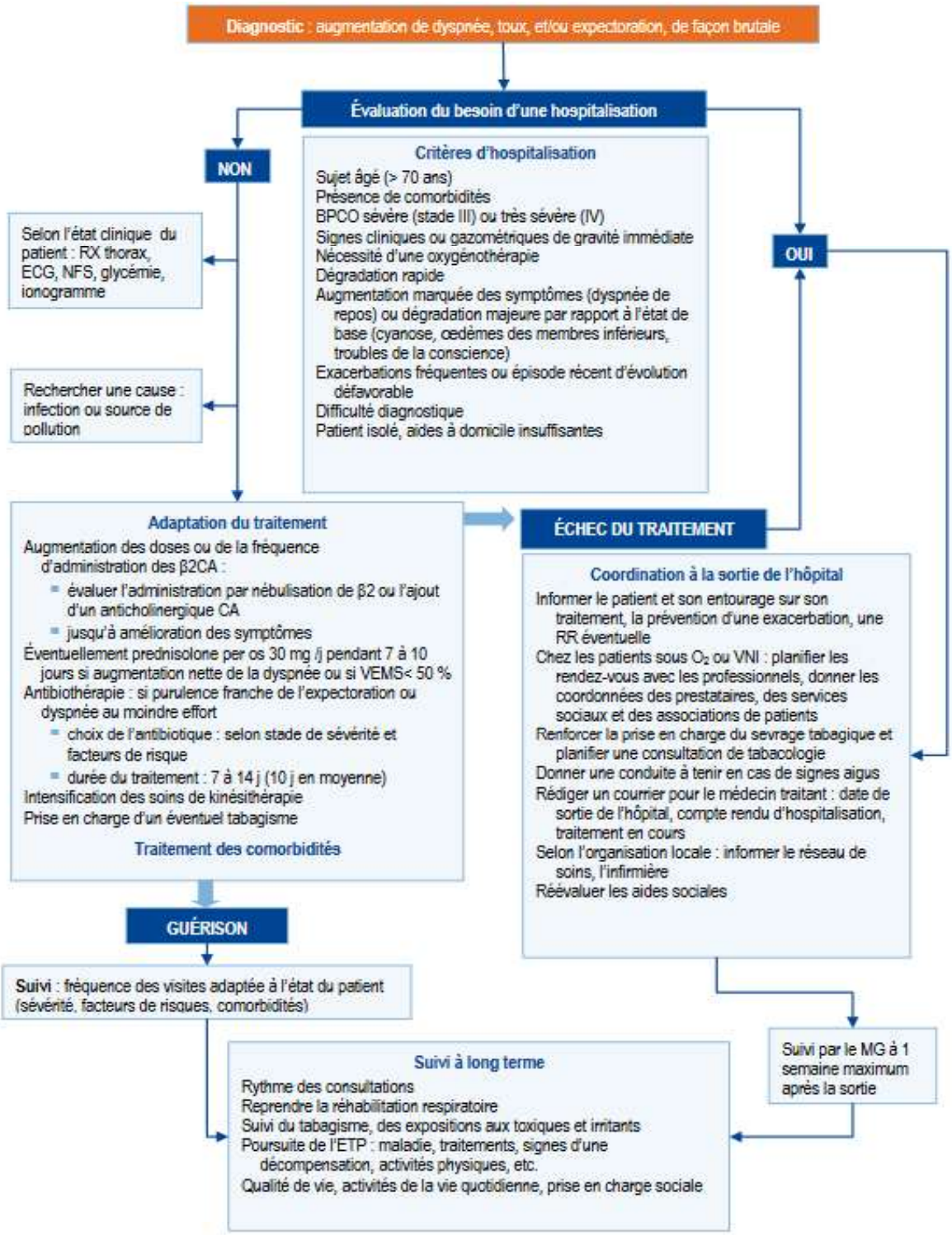


Figure 20 : Arbre décisionnel de la prise en charge des exacerbations d'un patient atteint de BPCO[51]

[51] https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2012-04/guide_parcours_de_soins_bpco_finale.pdf - Consulté le 13/09/19

3. TABLEAU RECAPITULATIF

	ASTHME	BPCO
Définition	Pathologie inflammatoire chronique des bronches entrainant des troubles ventilatoires obstructifs généralement réversibles après la prise de bronchodilatateurs ou spontanément résolutifs	Trouble ventilatoire obstructif d'aggravation progressive et généralement irréversible. Il s'agit d'une aggravation de la bronchite chronique caractérisée par une toux et des expectorations survenant plus de 3 fois par an pendant 2 ans consécutifs.
Facteur de risque	Allergie et sujet jeune	Tabagisme
Terrain	Touche 4 millions de personnes dont 40% d'enfants. D'origine allergique dans 80% des cas chez l'adulte et 95% des cas chez l'enfant	Touche 3,5 millions de personnes souvent suite à la respiration de toxiques dont 90% suite à une exposition tabagique ou professionnelle prolongées. Généralement âgés de plus de 40 ans
Début	Bruyant	Progressif
Site d'obstruction	Grosses bronches	Petites bronches et parenchyme
Symptômes	Dyspnée variable, oppression thoracique, sifflements, obstruction réversible après prise de bronchodilatateurs. Les symptômes varient significativement au cours de la journée ou selon les jours	Toux, dyspnée persistante et progressive, expectorations chroniques. Les symptômes sont constants et ne varient pas ou peu d'une journée sur l'autre.
EFR	Normal sauf pendant les crises où le VEMS chute	Indice de Tiffenau <70%

Figure 21 : Tableau récapitulatif des pathologies de l'asthme et de la BPCO

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

4. FICHE CONSEIL

Afin de réaliser une fiche conseil adaptée à chacun, deux questionnaires ont été réalisés (*voir annexe 5*). Cette démarche, en dehors du côté épidémiologique dans le cadre de cette thèse, s'inscrit dans le cadre des nouvelles missions du pharmacien d'officine.

L'un d'entre eux s'adresse aux personnes asthmatiques et permet d'apprécier le niveau de contrôle de leur pathologie en fonction de leur auto-perception clinique. Il s'agit d'une série de questions simplifiées reprenant les critères GINA précédemment évoqués et permettant d'avoir une idée du niveau d'observance du patient. Il ne s'agit pas d'un outil de diagnostic, mais d'une aide à l'initiation du dialogue entre le patient et son pharmacien, pouvant éventuellement aboutir à un bilan de médication chez le sujet asthmatique.

Le deuxième test s'adresse aux fumeurs et vise à sensibiliser le patient à sa consommation tabagique mais aussi aux signes cliniques insidieux pouvant être un tableau clinique d'une BPCO de sévérité faible. Outre le fait qu'il permet aussi d'instaurer un dialogue entre le patient et le pharmacien, cette série de questions peut aider au dépistage précoce de la BPCO[52], inciter le patient à consulter son médecin à des fins de réel diagnostic, si besoin, mais aussi à informer le patient des aides disponibles s'il souhaite entrer dans une démarche de sevrage tabagique.

Les deux questionnaires élaborés ont aussi pour but d'indiquer au patient, en fonction de ses résultats, une compatibilité entre son état de santé et la plongée sous-marine[53 54 55 56 57]. Les questions ont été orientées de manière à répondre aux conditions d'autorisation de plonger pour un patient atteint d'asthme ou de BPCO. Les résultats de ce test ne valent pas pour autorisation mais permettent de conseiller le patient.

[52] Auto-questionnaire Dépistage BPCO, **HAS, adapté de Global initiative for Chronic Obstructive Lung Disease**, 2014 (https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2014-06/questionnaire_depistage_bpco_gold_web.pdf)
[53] Asthme et plongée : Peut-on faire plonger les enfants asthmatiques ? *Agnes Juchet (CHU Toulouse),* **Divers Alert Network..Undersea Biomed Res** 1991; 18: 16-7
[54] British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving, *British Thoracic Society Fitness to Dive Group, Subgroup of the British Thoracic Society Standards of Care Committee*, **Thorax,** 2003;58:3–13.
[55] Poumon et plongée, *Héritier F, Leuenberger P.*, **Revue Médicale Suisse**, 2003;123:135–7
[56] Diving practices of scuba divers with asthma, *Farrell, PJS, Glanvill P.*, **Brit.Med.J. Clinical Research** , 1990, 300(166)
[57] Risk factors for dive injury: a survey study, *Beckett A, Kordick MF*. **Res Sports Med Print,** 2007 ; 15:201–11

Partie 1 : Les troubles ventilatoires obstructifs

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

A l'issue du test :

- En cas de conditions favorables, le patient peut être orienté vers un médecin spécialiste, un médecin du sport ou un pneumologue, à même de lui établir un certificat de non-contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine.
- En cas de conditions défavorables, la pratique de la plongée lui sera déconseillée. Pour en avoir confirmation, il peut malgré tout consulter un médecin, mais le pharmacien se doit de lui expliquer les risques encourus s'il cherche à plonger malgré tout et se tient à disposition pour répondre à ses éventuelles questions.

Dans les deux cas, la fiche conseil établie pourra lui être remise et il faudra revoir avec lui les différents points, en particulier ceux qui le concernent.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

PARTIE 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

La plongée sportive en scaphandre autonome, aussi familièrement appelée plongée en bouteille ou, plus simplement, plongée sous-marine, permet au plongeur d'évoluer dans le milieu subaquatique de manière autonome grâce à l'utilisation de bouteilles contenant du gaz respirable comprimé. Il s'agit d'une profession mais aussi d'un loisir, et c'est ce deuxième point qui nous intéressera dans cette thèse.

De nos jours, mis à part le coût de l'équipement, il s'agit d'une pratique très accessible. Cela n'a pas toujours été le cas, puisque dans les années 1950-1960, la pratique de la plongée loisir restait réservée à ceux qui avaient les moyens de s'acheter du matériel de plongée, dont le prix était élevé, et qui avaient une condition physique suffisamment développée pour pratiquer un sport étant physiquement exigeant.

La France est le pays fondateur de cette pratique et elle a été démocratisée dès 1952 par les fouilles des épaves romaines du Grand Conglué dans l'archipel de Riou, menées par le Commandant Cousteau et son navire mythique, La Calypso. C'est à Marseille, en 1934 qu'est créée une des première fédérations de plongée au monde qui deviendra en 1955, la Fédération Française d'Études et de Sports Sous-Marins (FFESSM)[58]. Plus récemment, c'est aussi au large de Marseille que le plongeur Laurent Ballesta et son équipe ont embarqué à bord d'un module pressurisé de 5 m² en direction de Monaco. Depuis le 1er juillet 2019, les membres de la mission Gombessa V plongent afin d'explorer les fonds marins allant jusqu'à 120 m de profondeur[59].

Pour beaucoup de plongeurs, il s'agit d'une pratique sporadique associée aux vacances, en particulier dans les pays considérés comme exotiques. Pour d'autres cependant, il s'agit d'une réelle passion qui peut être pratiquée tout au long de l'année.

[58] http://mer.marseille.fr/plongee-et-activites/volet-historique - Consulté le 12/09/19
[59] https://france3-regions.francetvinfo.fr/provence-alpes-cote-d-azur/bouches-du-rhone/marseille/photos-premiere-mondiale-28-jours-eau-explorer-mediterranee-marseille-monaco-1694594.html - Consulté le 02/10/19

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

1. GENERALITES, PRINCIPES DE BASE : MATERIEL, NIVEAUX ET TABLES DE DECOMPRESSION

1.1.Les niveaux de plongée[60]

Il existe plusieurs classifications des niveaux de plongée comme le système **PADI** (*Professional Association of Diving Instructors*) ou **CMAS** (*Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques*) mais, en France, la classification de la **FFESSM** est la classification officielle.

L'organisme PADI est un système international d'origine américaine plus adaptée à la plongée sous-marine de loisir. Il s'agit d'une structure commerciale et non associative. Dans la pédagogie de PADI, tout est fait pour que le plongeur progresse rapidement. Il doit passer 3 niveaux de formation initiale et peut la compléter en suivant des formations spécifiques. Une estimation récente établit que 95% des centres de plongée dans le monde que sont affiliés à PADI[61].

En France, la FFESSM compte plus de 149 000 licenciés et délivre chaque année plus de 70 000 brevets de plongée de tous les niveaux[62].

Afin de ne pas pénaliser les plongeurs allant plonger dans un centre de plongée affilié à une autre organisation que la leur, les différentes organisations ont passé des accords d'équivalence pour les plongées d'exploration et pour les plongées de formation. Pour pouvoir plonger à l'étranger, c'est le niveau CMAS qui sera demandé au plongeur FFESSM.
La FFESSM et la PADI avaient mis en place des passerelles, mais PADI a décidé de supprimer les passerelles permettant de passer de la FFESSM vers les brevets PADI, bien que la passerelle d'un brevet PADI vers un brevet FFESSM reste possible. Ainsi, les centres de plongée PADI peuvent demander au plongeur affilié à la FFESSM/CMAS de passer un "Scuba Review" au cours duquel le moniteur évalue le niveau, l'expérience et les capacités du plongeur.

[60] Manuel de Formation technique (MFT) - https://plongee.ffessm.fr/mft#sommaire
[61] https://www.edenplongee.fr/Formation-plongeur-PADI-ou-FFESSM_a337.html - Consulté le 01/10/19
[62] https://ultramarina.com/apprendre-a-plonger/organismes-de-formation-plongee - Consulté le 01/10/19

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Il n'existe pas de document officiel définissant les équivalences de niveau du plongeur pour les plongées d'exploration entre la CMAS et PADI mais, par extrapolation, un schéma d'équivalences a été établi (*voir figure 22*).

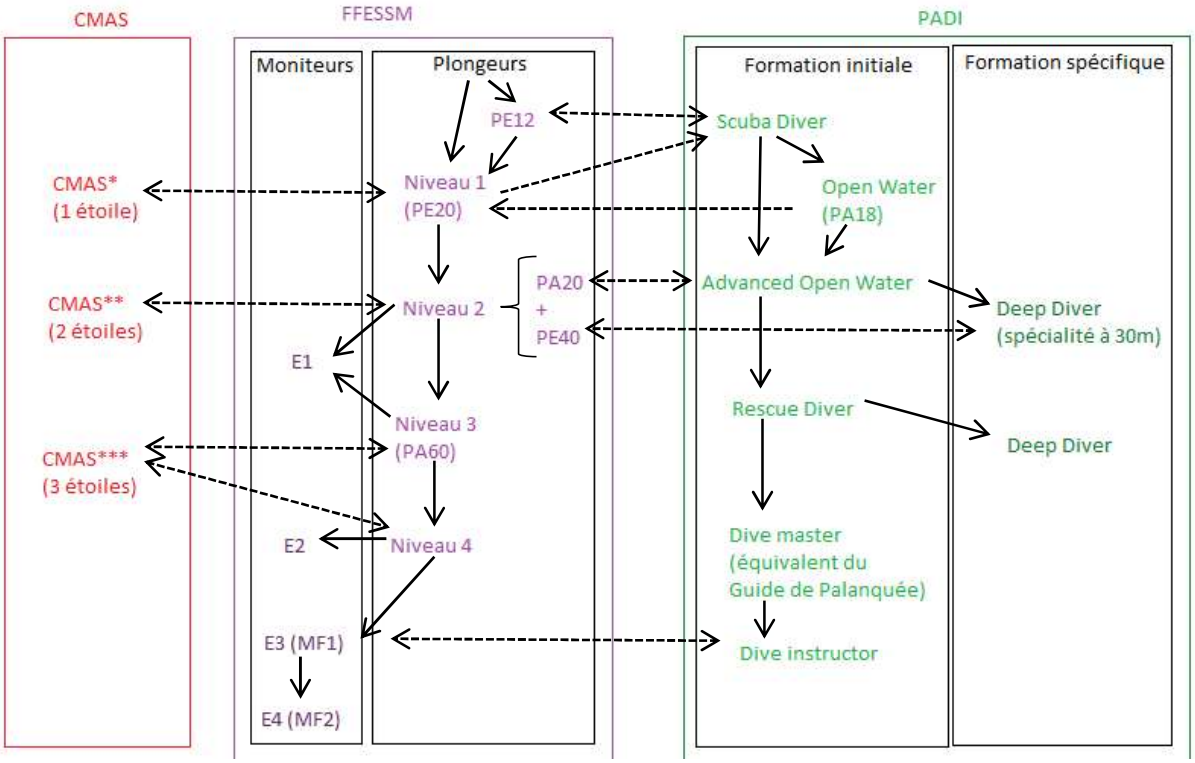
Les niveaux de plongée de la FFESSM sont classifiés en fonction de la profondeur accessible en autonomie (PA) et celle accessible en étant encadré par un moniteur compétent (PE).

1.1.1. PE12 : Plongeur encadré jusqu'à 12 mètres

Ce niveau offre l'opportunité de s'initier aux activités de plongée en scaphandre de la FFESSM. Il permet de réaliser trois plongées d'initiation en scaphandre, encadrées dans l'espace 0 – 6 m (avec possibilité d'une incursion dans la zone de 6 à 12 mètres en fin de formation). Il est communément appelé le *baptême de plongée*. Il s'adresse à un public débutant, dont l'âge minimum est de 12 ans.
Au cours des séances, le plongeur doit développer des aptitudes lui permettant de maîtriser l'utilisation de son équipement personnel, la mise à l'eau, l'immersion et le retour en surface à vitesse contrôlée. Il doit également maîtriser sa ventilation, maintenir son équilibre, connaître les signes usuels et pouvoir s'intégrer dans une palanquée guidée dans la zone des 0-12 mètres en respectant l'environnement et les règles de sécurité.

1.1.2. Le niveau 1

L'obtention du Niveau 1 de plongée, d'après la Fédération Française de Plongée et de la CMAS, permet, en France, de plonger jusqu'à 20 m en étant encadré par un moniteur :c'est le PE1 ou PE20.
Le plongeur doit savoir s'équiper, s'immerger, s'équilibrer et évoluer sous l'eau, prévenir pour lui-même les incidents de plongée, aider un équipier en attente de l'intervention du guide de palanquée (GP), recevoir si besoin l'aide du GP ou d'un équipier et appliquer les consignes données par le GP. Le guide de palanquée est un accompagnateur d'exploration, c'est le responsable de la palanquée (ou groupe de plongeurs).
Le plongeur de niveau 1 doit être âgé de plus de 12 ans et sous réserve de l'accord des parents s'il est mineur.



<u>Figure 22</u> : Equivalence des niveaux entre les différentes classifications

1.1.3. PE40

Il s'agit d'un niveau permettant au plongeur de descendre jusqu'à 40 mètres mais toujours accompagné d'un encadrant. La formation est accélérée, l'enseignement des compétences permettant de plonger en autonomie (assistances, remontée assistée…) n'étant pas nécessaire. Ce niveau ne permet ainsi pas de plonger à 40 m en autonomie.

1.1.4. Le niveau 2 (N2)

Ce niveau permet d'acquérir en théorie (cours théoriques fédéraux) comme en pratique (exercices en milieu aquatique), les différentes notions et règles de sécurité. Le plongeur est formé sur des notions de prévention, de détection et de traitement des incidents de plongées et d'orientation sous-marine.

Cette certification permet de plonger :

- Jusqu'à 20 m en autonomie (c'est le PA1 ou PA20). Plonger en autonomie n'est possible que si le plongeur est majeur. A noter que le terme « en autonomie » signifie en binôme avec un autre plongeur de niveau 2 minimum ;
- Jusqu'à 40 m accompagné d'un guide de palanquée (c'est le PE2 ou PE40).

Pour pouvoir passer ce niveau il faut être âgé de 16 ans minimum.

1.1.5. Le niveau 3 (N3)

Le niveau 3 est considéré comme un niveau de perfectionnement. Il consolide les savoirs acquis lors du N2 et permet d'aller jusqu'à 60 mètres (PA60). Un N3 peut plonger :

- En **autonomie partielle**, c'est-à-dire en présence d'un DP (*Directeur de plongée*), jusqu'à 60 mètres ;
- En **autonomie complète**, c'est-à-dire avec d'autres N3 ou N4, jusqu'à 40 mètres.

Ce niveau requiert que le plongeur soit majeur.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

1.1.6. Les encadrants de plongée

- **Le niveau 4**

Premier niveau d'encadrement, le niveau 4 permet d'encadrer des explorations de niveaux 1 et 2, entre respectivement 0-20 m et 0-40 m. Pour le reste, les prérogatives sont les mêmes que celles offertes par le N3.

Le passage du N4 peut être interne au club si un représentant de la Commission Technique Régionale (CTR) fait partie de celui-ci ou dans un autre club s'il n'y a pas de MF2 (*Moniteur Fédéral de niveau 2*).

- **Le niveau 5** ou **DP4**

Il s'agit d'un plongeur de niveau 4 ayant la possibilité d'être DP (*Directeur de plongée*). Le directeur de plongée est la personne responsable de l'ensemble des plongées dès la mise à l'eau des plongeurs jusqu'au retour des palanquées sur le bateau ou au bord de l'eau. Dans ce cas, il s'agit uniquement d'un encadrant d'exploration et pas d'enseignement.

- **E1 : Initiateur Club**

Un plongeur N2 ou N3 peut devenir Initiateur Club et effectuer des actes d'enseignements entre 0 et 6 mètres. Ils sont aussi appelés :

- DP bassin (*Directeur de Plongée Bassin*) en milieu artificiel (c'est-à-dire en piscine) ;
- Encadrant des baptêmes de plongée en milieu naturel marin.

- **E2 : Initiateur ou Guide de Palanquée (GP)**

Ce niveau ne concerne que les plongeurs N4 qui souhaitent effectuer des actes d'enseignements entre 0 et 20 mètres.

A noter qu'il n'est pas obligatoire de passer par le niveau E1 pour atteindre le niveau E2.

- **E3 : Moniteur Fédéral de 1er degré (MF1)**

Le niveau E3 est un niveau fédéral qui donne le statut de Directeur de Plongée Exploration (ou DP Explo) c'est-à-dire qu'il permet d'encadrer des plongées d'exploration entre 0 et 60 m de profondeur. Il permet également d'effectuer des actes d'enseignement entre 0 et 40 mètres. Ce niveau est accordé par une délégation de la CTR (*Commission Technique Régionale*).

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- **E4 : Moniteur fédéral de 2ème degré (MF2)**

En plus des compétences prodiguées par le E3, le E4 permet au plongeur d'effectuer des actes d'enseignement entre 0 et 60 mètres.

1.2.L'équipement

1.2.1. La combinaison ou vêtement isothermique

Il s'agit d'un habit généralement composé de néoprène, sorte de caoutchouc synthétique dont le principal avantage est sa capacité de flottabilité et à garder la chaleur corporelle. L'épaisseur de la combinaison est de taille variable en fonction de son utilisation (température de l'eau, temps de plongée et confort du plongeur). Le néoprène est généralement recouvert de polyuréthane ou d'une autre matière élastique.

La combinaison est composée de plusieurs pièces :

- **Les indispensables**

- Un pantalon et une veste en mono (*voir figure 23 et 24*) ou bi pièces (*voir figure 25*). ;
- Une cagoule : il est conseillé de la porter même en été car la tête est un des appendices le plus sujet à la déperdition calorifique. Dans certaines combinaisons, elle est amovible (*voir figure 23*), dans d'autres elle fait partie de la combinaison dite intégrale (*voir figure 24*).

- **Les optionnels :**

- Une souris : C'est une sorte de justaucorps à manches courtes permettant d'épaissir la quantité de caoutchouc autour du tronc (*voir figure 26*). Elle se porte en dessous de la combinaison ;

Figure 23 : Combinaison mono pièce avec cagoule[63]

Figure 24 : Combinaison mono pièce avec cagoule intégrée[64]

Figure 25 : Combinaison bipièce[63]

Figure 26 : Souris de plongée[62]

[63] www.décathlon.fr – Consulté le 01/10/19
[64] www.vieuxplongeur.com – Consulté le 01/10/19

- Une surveste (*voir figure 27*) : Elle se porte par-dessus la combinaison de plongée ;

- Des chaussons (*voir figure 28*) ou des chaussettes (*voir figure 29*) : L'utilisation de l'un ou de l'autre dépend du type de palmes portées ;

- Les gants : Ils permettent surtout de retenir la chaleur corporelle (les extrémités étant les zones qui se refroidissent le plus vite) et accessoirement d'éviter de toucher volontairement ou involontairement une faune/flore piquante/irritante/toxique (*voir figure 30)*.

La combinaison peut être étanche ou humide en fonction de la matière qui la compose :

- Les *combinaisons humides* laissent entrer une petite quantité d'eau qui s'intercale entre le plastique de la combinaison et la peau du plongeur et la réchauffe au cours de la plongée.
- Les *combinaisons étanches* ne laissent par contre pas passer d'eau du tout. Elle permet, entre autres, de plonger dans les eaux très froides. Elle est reliée à une source d'air permettant d'ajuster la flottabilité du plongeur. Parfois, il ne s'agit pas d'air mais d'argon qui est un meilleur isolant thermique. Le plongeur porte généralement une, voire plusieurs couches de vêtements en tissu en dessous, servant d'isolant thermique (*voir figure 31*).

1.2.2. La *bouteille*

Il s'agit d'un réservoir en acier ou en alliage d'aluminium, renfermant un volume de gaz comprimé permettant au plongeur de respirer et de s'équilibrer (*voir figure 32*). Il peut s'agir d'air mais aussi de mélanges spécifiques (TriMix, Nitrox …) dont les proportions sont très règlementées, en fonction du type de plongée effectué : temps et profondeur de plongée, récurrence des plongées sur une journée…
(*Voir figure 33*).

Figure 27 : Surveste[63]

Figure 28 : chaussons de plongée[62]

Figure 29 : Chaussons de plongée[62]

Figure 30 : Gants de plongée[62]

Figure 31 : Combinaison étanche[65]

Figure 32 : Bouteille de plongée[66]

[65] https://www.subchandlers.com/combinaison-etanche-blizzard-7mm-aqualung.html - Consulté le 01/10/19
[66] https://www.planet-plongee.fr/bouteilles-scubapro-aqualung/1634-bouteille-air-mono-aqualung-bloc-15l-232b-2-sorties-3661666005623.html - Consulté le 02/10/19

Elle est reliée au plongeur *via* le détendeur et au gilet *via* le direct system. Les bouteilles disposent d'une robinetterie qui s'adapte au détendeur (DIN ou INT). Pour une plongée classique (environ 1 heure) la bouteille est remplie d'air à 220 bars. En dessous de 50 bars, c'est la réserve.

1.2.3. Le détendeur

(*Voir figure 34*)

Le rôle du détendeur permet de détendre l'air comprimé de la bouteille et de le rendre respirable. Il est composé de 2 étages dont le premier, vissé au niveau de la bouteille permet de transformer l'air sous haute pression en air de moyenne pression. Le premier étage possède 4 sorties, desquelles débouchent des tubulures :

- L'une d'entre elles, généralement de couleur noire, relie le premier étage du détendeur au deuxième. Ce deuxième niveau comprend l'embout buccal. Le rôle de ce niveau est de transformer l'air de moyenne pression en air respirable pour le plongeur.
- Une autre tubulure, généralement de couleur jaune, est reliée à l'*octopus* ou *détendeur de secours*. Il permet de porter assistance à un membre de la palanquée, en cas de besoin (comme une panne d'air ou un dysfonctionnement de son propre détendeur).
- Le *manomètre* permet d'évaluer la pression (en bar) restante dans la bouteille.
- Le *direct system* est relié d'un côté à la réserve d'air et de l'autre au gilet : Il permet d'ajuster le gonflement de celui-ci afin d'ajuster son équilibre grâce à deux boutons : l'inflateur (généralement de couleur vive) et la purge lente.

Les détendeurs doivent être maintenus en bon état de fonctionnement et faire l'objet d'un contrôle au moins une fois par an[67].

1.2.4. Gilet de stabilisation communément appelé Stab

Le gilet fait partie des outils qui permettent au plongeur de réguler sa flottabilité durant sa plongée. Il s'enfile comme une veste et permet d'accrocher les différents accessoires dont la

[67] Décret no 90-277 du 28 mars 1990 relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare Art. 19. (https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000715041&categorieLien=cid)

	Nitrox	**Trimix**
Particularité par rapport à l'air	Il s'agit d'un mélange suroxygéné et appauvri en azote.	Il s'agit d'un mélange contenant de l'oxygène (mélange sous-oxygéné), de l'azote (N_2) et de l'hélium (H_2).
Avantages	Le plus faible taux d'azote permet de : - Augmenter le temps de plongée et diminuer le temps de palier en limitant la saturation des tissus en azote ; - Limiter l'effet narcose des profondeurs (bien que ce mélange ne soit pas recommandé en dessous de 40 mètres).	L'hélium, moins narcotique que l'azote, permet d'augmenter la profondeur de la plongée. C'est un gaz moins dense que les autres gaz en profondeur ce qui limite l'effort respiratoire. Par rapport à l'air, le mélange est moins riche en oxygène, ce qui diminue son effet toxique en profondeur.
Inconvénients	Le taux plus important d'oxygène limite la profondeur de la plongée du fait de l'effet toxique de l'oxygène sous pression.	L'hélium est plus cher. Le Trimix nécessite l'utilisation d'un matériel spécifique (mode spécifique de l'ordinateur de plongée…) et une formation adaptée.

Figure 33 : Les différents mélanges

Figure 34 : Détendeur de plongée[62]

bouteille (*voir figure 35*). En gonflant ou dégonflant la « vessie » (poche de gonflage du gilet), le plongeur peut s'équilibrer au fond de l'eau, ce qui lui évite d'avoir à palmer sans cesse pour se déplacer verticalement.
Il existe deux autres purges, dites rapides, directement au niveau du gilet, une au niveau de l'épaule et une au niveau des lombaires. Le volume d'air contenu dans le gilet peut varier entre 10 et 40L. Un gilet trop gonflé entraîne une remontée rapide (dite en bouchon), mais s'il ne l'est pas assez, cela coule le plongeur ce qui entrave l'avancement horizontal et engendre une surconsommation d'air.

1.2.5. Les palmes

Les palmes permettent au plongeur de faciliter ses déplacements dans l'eau que ce soit pour gagner en vitesse ou pour aider à l'équilibre. Il existe plusieurs types de palmes : les palmes chaussantes (*voir figure 36*) et les palmes réglables qui sont ouvertes à l'arrière (*voir figure 37*). Quel que soit le type de palmes choisies, il est conseillé d'utiliser des chaussons qui protègent les pieds des frottements dus au caoutchouc de la chausse. Les chaussons sont en néoprène et possèdent ou non une semelle renforcée. Dans le cas des palmes ouvertes à l'arrière, la chaussure ou bottillon permet aussi de protéger le pied du plongeur notamment s'il marche sur un objet/animal/plante tranchant/coupant/irritant/toxique.

1.2.6. Le masque

La gamme des masques de plongée est très large. Cet équipement permet de protéger le nez et les yeux et permet au plongeur de voir correctement sous l'eau malgré la réfraction de la lumière. Il est composé d'une plaque en verre et d'une jupe en silicone ou caoutchouc qui le rendre étanche (*voir figure 38*).

En cas de troubles visuels (de type myopie, hypermétropie…) il existe des filtres à appliquer sur le verre du masque ou des verres modifiés permettant de corriger ces troubles.

Figure 35 : Gilet de stabilisation[63]

Figure 36 : Palmes chaussantes[68]

Figure 37 : Palmes réglables[69]

Figure 38 : Masque de plongée[70]

[68] https://www.nootica.fr/mares-fins-volo-race-4956.html - Consulté le 02/10/19
[69] https://www.amazon.fr/Cressi-Palmes-R%C3%A9glables-Plong%C3%A9e-Natation/dp/B003BUKUYC - Consulté le 02/10/19
[70] https://www.subchandlers.com/masque-de-plongee-air-silicone-cressi.html- - Consulté le 02/10/19

1.2.7. Le parachute

Il s'agit d'un équipement de sécurité, indispensable chez le plongeur à partir du niveau 2. Il permet de signaler à la surface sa position et celle de sa palanquée, que ce soit en fin de plongée ou en cas de problèmes. Dans le deuxième cas, il existe un code : couler trois fois son parachute lorsqu'il est à la surface ou fixer une ardoise indiquant le problème sur celui-ci. Contrairement aux ballons ou parachutes de relevage, le parachute n'est pas utilisé pour remonter des objets à la surface.

C'est un cylindre creux de couleur fluorescente (jaune ou orange) généralement en polyamide d'une longueur d'1m50 en moyenne relié à un plomb de 60 grammes (appelé lest) par une ficelle de 10 mètres appelée drisse. Le parachute est généralement enroulé sur lui-même et stocké dans la stab (*voir figure 39*). En cas d'utilisation, il faut le dérouler en maintenant la drisse et le remplir d'air par le bas à l'aide du détendeur de secours, en faisant attention à ce que la flottabilité du plongeur soit légèrement négative pour ne pas qu'il soit entraîné par la remontée du parachute.

Au niveau règlementaire, chaque palanquée doit avoir au moins un parachute.

1.2.8. Les plombs

L'équipement du plongeur étant majoritairement composé de néoprène, malgré le poids de la bouteille et du reste de l'équipement, il a tendance à flotter. Lorsque la stab est complètement dégonflée, les yeux du plongeur immergé doivent être au niveau de l'eau. Si ce n'est pas le cas, il faut se lester, c'est-à-dire ajouter des plombs de 0,5, 1, 2 voire 5 kg placés directement dans la stab lorsqu'elle présente des poches appropriées ou autour d'une ceinture spécifique. Sans cela, le plongeur ne pourra pas rester au fond de l'eau et remontera à la surface.

Les plongeurs utilisant des combinaisons étanches portent souvent des petites poches à plomb à chaque cheville pour lutter contre le déplacement de l'air à l'intérieur de la combinaison, qui les ferait remonter les pieds en avant.

Figure 39 : Parachute de plongée[71]

[71] https://www.vieuxplongeur.com/fr/moulinets/37183-parachute-tout-en-un-mares.html?gclid=EAIaIQobChMI-PKfiIv85AIVyLHtCh0jWwaOEAQYAyABEgICTvD_BwE – Consulté le 02/10/19

1.2.9. La torche ou le phare

Sous l'eau, à partir de 5 mètres, le rouge n'est plus visible. Ainsi, le sang, au-delà de cette profondeur paraît vert. Dès 10 mètres de profondeur, c'est la couleur orange qui disparaît puis le jaune et violet entre 15 et 20 mètres (*voir figure 40*).
L'absorption sélective des couleurs peut être handicapante lors de l'exploration sous-marine, c'est pourquoi le phare est utile : il permet de rétablir le spectre des couleurs, mais aussi d'améliorer la visibilité dans les zones sombres comme les grottes, les épaves, ou lors des plongées nocturnes.

1.2.10. L'ordinateur de plongée

(*Voir figure 41*)
Depuis les années 80, il est possible pour un plongeur d'utiliser un ordinateur de plongée submersible qui lui évite d'utiliser des tables pour effectuer les calculs de décompression. Le premier ordinateur de plongée, l'Aladin Pro a été commercialisé en 1988 et a permis la généralisation de son utilisation. Cependant, il aura fallu attendre presque 10 ans avant que tous les plongeurs, au-delà du N3 en ait un au poignet. Depuis 2011, l'utilisation d'un moyen de contrôler sa décompression est devenue obligatoire en cas de plongée au-delà de 20 mètres.

Pour les plongées simples, l'utilisation des tables n'est pas complexe mais en cas de plongées successives par exemple, il y a un plus grand risque d'erreur. Un ordinateur permet d'avoir au poignet un *timer*, un profondimètre, un thermomètre électronique et un logiciel informatique qui calcule en temps réel la saturation tissulaire et par conséquent, les temps de palier, leur profondeur et la vitesse de remontée. Ils évitent de réaliser des paliers inutiles qui contrairement aux idées reçues n'augmentent pas la sécurité du plongeur.

Il est également équipé d'alarmes, déclenchées en cas de non-respect des indications affichées. Il continue à calculer la saturation tissulaire même à la surface et à évaluer le taux d'azote résiduel, ce qui est intéressant en cas de plongées successives. Il permet souvent d'entrer des variables qui interviennent dans les calculs de saturation comme l'altitude ou un facteur de sécurité en cas de plongée difficile, d'obésité ou d'âge « hors norme ».

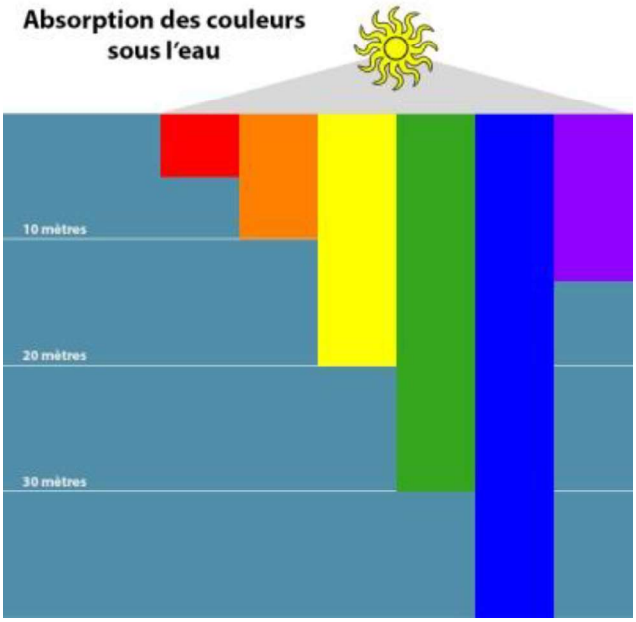


Figure 40 : Schéma de l'absorption progressive des couleurs en fonction de la profondeur [72]

Figure 41 : Ordinateur de plongée[73]

[72] https://petitesbullesdailleurs.fr/la-hd-sous-leau-cest-beau-20100412/ - Consulté le 12/09/19
[73] www.vieuxplongeur.com – Consulté le 02/10/19

L'ordinateur possède une mémoire permettant de connaître le paramétrage des plongées déjà réalisées, ce qui est particulièrement intéressant pour le diagnostic en cas d'accident.
Les ordinateurs les plus récents ont un système de transmission avec le détendeur, permettant d'intégrer dans les calculs, la pression de la bouteille afin de limiter le risque de panne d'air.

Au plus l'ordinateur intègre de données spécifiques au plongeur et aux conditions de plongée, au plus la plongée est dite sécurisée et le risque d'accident faible. Attention cependant aux profils de plongeurs à risques, surtout si l'ordinateur n'est pas apte à ajouter un facteur de sécurité adéquate.
Il permet par conséquent d'avoir une aide précieuse mais l'utilisateur devra garder un œil critique.

Depuis 2016, la commission européenne a mis en place un marquage CE de l'équipement de plongée, facilitant libre circulation de celui-ci dans l'Union Européenne et garantissant le respect de normes de conception et de fabrication des **Equipements de Protection Individuelle (EPI)**. Cela concerne les profondimètres, les détendeurs, les masques, les stabs, les manomètres et la robinetterie des bouteilles[74].

1.3.Les paliers de décompression[75]

Les tables de décompression indiquent au plongeur les vitesses de remontée et les durées de paliers à respecter pour regagner la surface. Elles sont adaptées en fonction de la profondeur, de la durée de la plongée et du mélange de gaz utilisé. Le respect de ces tables permet d'éviter les accidents de décompression et de plonger dans des conditions favorisant l'élimination progressive de l'azote stocké tout au long de la plongée.

Dans le cadre des plongées de loisir, les tables MN90 (Marine Nationale 1990, *voir annexe 1*) sont utilisées. Elles sont initialement réservées aux missions de la marine nationale pour des plongées ne nécessitant qu'un effort physique modéré. Cela explique que leur utilisation soit

[74] https://www.plongee-plaisir.com/fr/les-epi/ - Consulté le 12/10/19
[75] https://www.aquadomia.com/wp-content/uploads/TablesMN90.pdf - Consulté le 16/09/19

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

déconseillée pour toute activité sortant de son domaine d'utilisation : plongée avec effort, de plus de 60m avec une vitesse de remontée supérieure à 15-17 mètres par minute.

Les tables fédérales comprennent :

- Des tables de détermination de paliers à proprement parler ;
- Le tableau 1 : Détermination de l'azote résiduel par respiration d'air pur en surface ;
- Le tableau 2 : Détermination de la majoration ;
- Le tableau 3 : Diminution de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface ;
- Le tableau 4 : Durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps inter-paliers.

Elles sont conçues pour des plongées **isolées**, mais aussi des plongées **successives** (dont l'intervalle de temps entre deux plongées varie de 15 minutes à 12 heures), **consécutives** (avec moins de 12 minutes entre deux plongées) et **en altitude**.
Les informations varient en fonction de la profondeur maximale atteinte, de la durée d'immersion, de la durée totale de remontée et des paliers (durée et profondeur d'immersion).

2. LES CONTRE-INDICATIONS LIEES A LA PLONGEE

(Voir figure 42)
Les contre-indications à la plongée sous-marine sont nombreuses du fait des différentes contraintes que la pression et le milieu aquatique peuvent exercer sur le corps. Certaines d'entre elles sont définitives mais d'autres, considérées comme un état passager, ne sont que temporaires.
Cette liste est indicative et non limitative. Les problèmes doivent être abordés au cas par cas, éventuellement avec un bilan auprès d'un spécialiste, la décision tenant compte du niveau technique (débutant, plongeur confirmé ou encadrant).
En cas de litige, la décision finale doit être soumise à la Commission Médicale et de Prévention Régionale (CMPR), puis en appel, à la Commission Médicale et de Prévention Nationale.

	Contre-indications définitives	**Contre-indications temporaires**
Cardiologie	- Cardiopathie congénitale - Insuffisance cardiaque symptomatique - Cardiomyopathie obstructive - Pathologie avec risque de syncope - Tachycardie paroxystique - BAV II ou complet non appareillés - Maladie de Rendu-Osler - Valvulopathies	- Hypertension artérielle non contrôlée - Coronaropathies : *à évaluer* - Péricardite - Traitement par anti-arythmique : *à évaluer* - Traitement par bêta-bloquants par voie générale ou locale: *à évaluer* - Shunt D/G découvert après accident de décompression à symptomatologie cérébrale ou cochléo-vestibulaire
Oto-rhinolaryngologie	- Cophose unilatérale - Ossiculoplastie - Trachéostomie - Laryngocèle - Déficit audio bilatéral : *à évaluer* - Otospongiose opérée - Fracture du rocher - Destruction labyrinthique uni ou bilatérale - Fistule peri-lymphatique - Déficit vestibulaire non compensé	- Chirurgie otologique - Épisode infectieux - Polypose nasosinusienne - Difficultés tubo-tympaniques pouvant engendrer un vertige alterno-barique - Crise vertigineuse ou au décours immédiat d'une crise - Tout vertige non étiqueté - Asymétrie vestibulaire supérieure ou égale à 50%(6mois) - Perforation tympanique (et aérateurs trans-tympaniques) - Barotraumatismes de l'oreille interne - ADD labyrinthique +shunt D-G :*à évaluer*
Pneumologie	- Insuffisance respiratoire - Pneumopathie fibrosante - Vascularite pulmonaire - **Asthme** : *à évaluer* - Pneumothorax spontané ou maladie bulleuse, même opérés : *à évaluer* - Chirurgie pulmonaire	- Pathologie infectieuse - Pleurésie - Traumatisme thoracique
Ophtalmologie	- Pathologie vasculaire de la rétine, de la choroïde, ou de la papille, non stabilisées, susceptibles de saigner - Kératocône au-delà du stade 2 - Prothèses oculaires ou implants creux - Pour les N3, N4, et encadrants :	- Affections aigues du globe ou de ses annexes jusqu'à guérison - Photokératectomie réfractive et LASIK : 1 mois - Phacoémulsification-trabéculectomie et chirurgie vitro-rétinienne : 2 mois - Greffe de cornée : 8 mois

Toute prise de médicament ou de substance susceptible de modifier le comportement peut être une cause de contre-indication. La survenue d'une maladie de cette liste nécessite un nouvel examen.

La reprise de la plongée après un accident de désaturation, une surpression pulmonaire, un passage en caisson hyperbare ou autre accident de plongée sévère, nécessitera l'avis d'un Médecin Fédéral ou d'un médecin spécialisé selon le règlement intérieur de la CMPR.

3. LEGISLATION ET EXAMEN MEDICAL : LE CERTIFICAT DE NON CONTRE-INDICATION A LA PLONGEE SOUS-MARINE SPORTIVE

La législation, bien qu'elle tende à devenir européenne, varie encore d'un pays à l'autre. En France, l'autorisation sous condition concernant les plongeurs asthmatiques est ultérieure à celle, par exemple du Royaume-Uni, et les conditions d'exercice ne sont pas exactement les mêmes[76].

En France, il faut attendre 2005 et une publication de la commission médicale de la FFESSM pour considérer que l'asthme n'est plus une contre-indication absolue mais une **contre-indication à évaluer**.

En 2014, la FFESSM publie de nouvelles recommandations[77], élargissant un peu plus les critères d'autorisation à la plongée sous-marine pour les asthmatiques. La nécessité d'un traitement de fond représentait toujours une contre-indication stricte. La plongée est alors réservée aux plongeurs avec un « asthme non actif » sans préciser s'il s'agit d'asthmatiques n'ayant pas de traitement de fond ou ceux qui, avec un traitement de fond contrôlaient parfaitement leur asthme et étaient asymptomatiques.

Ce problème a été résolu avec les nouvelles recommandations publiées en février 2018, la **nécessité d'un traitement de fond n'est donc plus une contre-indication absolue**.

[76] Society BPGL and BT. British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving. **Thorax**. 2003;58(1):3-13

[77] Recommandations pour la plongée chez les asthmatiques, *Lemmens B., Bervar J., Coetmeur D.*, juin 2014 (http://medical.ffessm.fr/wp-content/uploads/argumentaire-asthme-2014.pdf)

	vision binoculaire avec correction<5/10 ou si un œil<1/10, l'autre <6/10	- Traitement par béta bloquants par voie locale : *à évaluer*
Neurologie	- Épilepsie - Syndrome déficitaire sévère - Pertes de connaissance itératives - Effraction méningée neurochirurgicale, ORL ou traumatique - Incapacité motrice cérébrale	Traumatisme crânien grave à évaluer
Psychiatrie	- Affection psychiatrique sévère - Éthylisme chronique	- Traitement antidépresseur, anxiolytique, par neuroleptique ou hypnogène - Alcoolisation aiguë
Hématologie	- Thrombopénie périphérique, thrombopathies congénitales. - Phlébites à répétition, troubles de la crase sanguine découverts lors du bilan d'une phlébite. - Hémophiles : *à évaluer*	Phlébite non explorée
Métabolisme	- Diabète traité par insuline : *à évaluer* - Diabète traité par antidiabétiques oraux (hormis biguanides)	Tétanie / Spasmophilie
	Troubles métaboliques ou endocriniens sévères	
Dermatologie	Différentes affections peuvent entraîner des contre-indications temporaires ou définitives selon leur intensité ou leur retentissement pulmonaire, neurologique ou vasculaire	
Gynécologie		Grossesse
Gastro-Entérologie	Manchon anti-reflux	Hernie hiatale ou reflux gastro-œsophagien *: à évaluer*

Figure 42 : Tableau récapitulatif et non exhaustif des contre-indications à la plongée en scaphandre autonome[78]

[78] Contre-indications à la plongée en scaphandre autonome, **Site officiel de la FFESSM**, *FFESSM CMPN*, Janvier 2012

Actuellement, sont autorisés à la pratique de la plongée subaquatique de loisir avec scaphandre, les asthmatiques :

- Ayant un asthme léger ou parfaitement contrôlé sous traitement de fond ;
- N'ayant pas d'antécédent de crises modérées à graves et/ou brusques ;
- Et n'ayant pas d'asthme d'effort et/ou au froid.

Dans les cas où l'asthme est en apparence mineur (c'est-à-dire peu ou pas de crises), une EFR avec courbe débit-volume est demandée, elle doit présenter les critères suivants :

- Aspect strictement normal de la courbe débit-volume ;
- Un VEMS et une CVF > 80% des valeurs théoriques, un VEMS/CVF > 75% ;
- Un DEM (Débit Expiratoire Maximal) >70% de la théorique.

Si l'EFR n'est pas concluant, un test de réversibilité peut être effectué : il faut confirmer une absence de réversibilité du VEMS sous β2-mimétiques.

Il est important de renoncer à plonger en période d'instabilité, d'allergie, de symptômes mineurs (toux, gêne respiratoire modeste, non ressentie comme une crise « vraie »), avec un délai après une crise d'asthme d'intensité modérée. Ce délai est de 48h pour le BSAC (*British Sub-Aqua Club*) mais il est considéré comme trop court par certains experts de la FFESSM, qui préconisent un délai minimal de 7 jours.

La Commission Technique Nationale du 16 septembre 2017 a modifié les modalités de contrôle médical, imposées par les nouveaux décrets du ministère de la santé. Le certificat médical devient indispensable à la délivrance de la licence, et non plus à la pratique de l'activité. En pratique, cela ne change rien puisque beaucoup de club demandent le certificat en même temps que la prise de licence. Le certificat doit avoir **moins de 1 an** à la date de délivrance de la licence.

Le certificat médical est un document contractuel qui engage la responsabilité du médecin qui le délivre en cas de problème de santé. Or, le décret impose que le certificat médical puisse être **délivré par tout médecin**, y compris pour la compétition, dès lors qu'il dispose des compétences nécessaires. Cependant d'après une étude réalisée dans le cadre d'une thèse de médecine[79], ce point porte à discussion. Cette étude concernait la délivrance des certificats de

[79] Le certificat médical de non contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine en scaphandre autonome en médecine générale ; Thèse de Valérie Davin ; sous la direction de Mathieu Coulange

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

« non contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine par des médecins généralistes de la côte méditerranéenne. Sur les 177 sujets consultés dans ce cadre :

- 22 médecins ne délivrent pas de certificats car ils considèrent qu'ils :
    - Ont un manque d'expérience sur le sujet (59%) ;
    - N'ont pas assez de demandes (18%) ;
    - Ignorent les droits de prescription (9%) ;
    - Ou ils adressent directement les patients à des spécialistes (14%).
- Parmi les 78% qui délivrent des certificats, ils en délivrent chacun en moyenne 15 par an mais seuls 31% disent connaître toutes les contre-indications de ce sport.

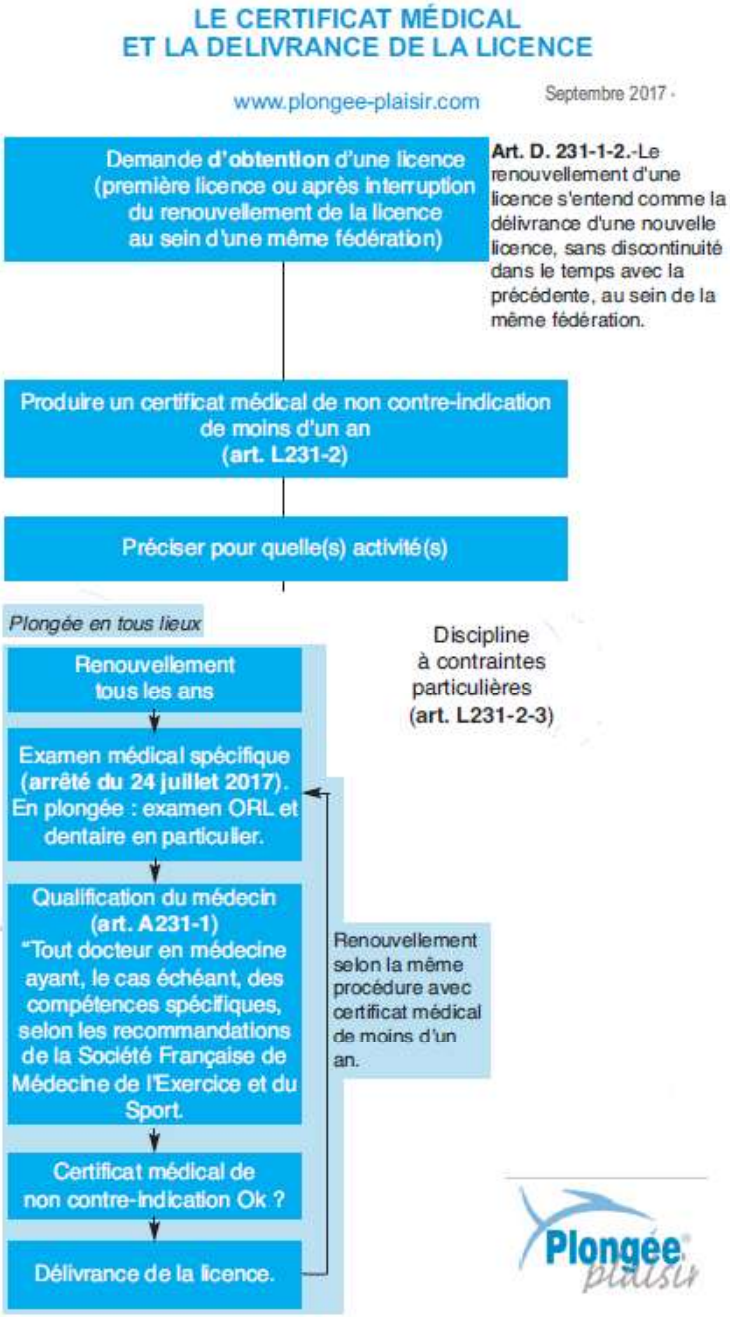
Cela montre bien que, malgré le manque de connaissances sur le sujet, beaucoup de généralistes délivrent des certificats médicaux. A noter que lors de la consultation, l'examen cardio-pulmonaire est effectué de façon quasi-systématique, les examens ORL et neurologiques dans 2/3 des cas et les autres examens sont rarement réalisés alors qu'ils sont considérés comme indispensables à la détection de nombreuses contre-indications à la pratique de la plongée.

Afin d'aider les professionnels de santé à délivrer les CACI (Certificat médical d'Absence de Contre-Indication) dans les meilleurs conditions, certains sites proposent des aides officielles à la prise en charge des plongeurs[80]. *(Voir les annexes 2, 3 et 4)*

En conclusion, la délivrance de la licence obéit à certaines règles et dépend de nombreuses conditions (*voir figure 43*).

Dans le cas d'un patient asthmatique, la première consultation est effectuée par un médecin habilité à délivrer des CACI. Puis, une seconde consultation est obligatoirement réalisée auprès d'un pneumologue. Lors de cette visite, le spécialiste réalise une EFR, indispensable à la délivrance du CACI et qui doit ensuite être annuelle[81].

[80] https://www.plongee-plaisir.com/fr/certificat-medical/ - Consulté le 16/09/19
[81] Manuel de formation technique, **FFESSM** (https://plongee.ffessm.fr/mft)



<u>Figure 43</u> : Délivrance d'un certificat de non-contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine[82]

[82] https://www.plongee-plaisir.com/fr/certificat-medical/ - Consulté le 02/10/19

4. ACCIDENTS, RISQUES LIES A LA PLONGEE ET CONDUITE A TENIR

Le recensement des accidents de plongée est effectué par les secouristes maritimes. Dans la région PACA, c'est le CROSSMED (*Centre Régional des Opérations de Surveillance et de Sauvetage Méditerranée*) qui assure la coordination des activités de sécurité et de surveillance maritime. Ils ont plusieurs missions, notamment :

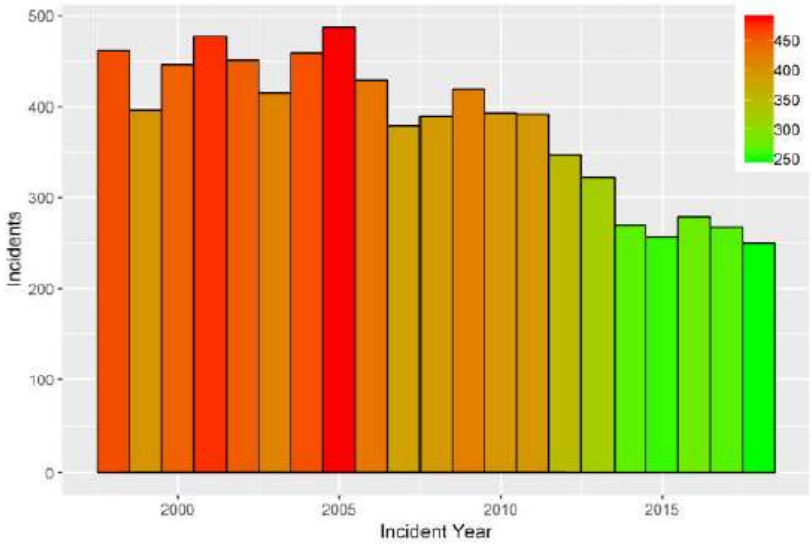
- Recherche et sauvetage ;
- Surveillance de la navigation maritime ;
- Surveillance des pollutions ;
- Diffusion des renseignements de sécurité maritime.

En cas d'incidents, ils répondent aux appels radio, envoient des secours si besoin et rapatrient les accidentés vers les structures adaptées. En France, le nombre d'interventions du CROSSMED liées à l'activité de plongée est en constante baisse ces dernières années[83].

Au Royaume-Uni, la BSAC (*British Sub-Aqua Club*) représente la majorité des clubs de plongée de loisir du pays et a pour but de fédérer les plongeurs britanniques. Dans le cadre des comptes rendus annuels d'activité, ils publient une analyse des accidents de plongée recensés sur le territoire ou concernant les plongeurs de leur fédération.
D'après les données de la BSAC, sur l'année 2018, 48 cas d'incidents liés à la remontée ont été recensés, contre 31 en 2016. Ils étaient principalement dus à l'anxiété, un sentiment de panique, un faible contrôle de la flottabilité, et, plus rarement, à un problème de l'équipement, une panne d'air ou à un mauvais contrôle de la combinaison étanche. En 2016, une seule personne est décédée en plongée en bouteille[83]..

En France, depuis les années 2000, le nombre d'incidents liés à la plongée sous-marine a diminué (251 incidents en 2018 contre presque 500 en 2000), bien qu'il ait stagné au cours des 4-5 dernières années[84]. (*Voir figure 44*)

[83] Diving Incident Report, **The British Sub-Aqua Club**, 2018 (https://www.bsac.com/safety/diving-incidents/annual-diving-incident-report/)
[84] Bilan d'activité du centre régional opérationnel de surveillance et de sauvetage de la méditerranée, **Recherche et sauvetage : CROSSMED**, saison estivale 2016 (http://www.dirm.mediterranee.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_saison_estivale_2016_internet_cle272ffe.pdf)



<u>Figure 44</u> : Nombre d'accidents de plongée reportés au cours des 23 dernières années[82]

Cette diminution progressive et générale des incidents peut être le reflet d'une plus grande prudence des pratiquants, d'une meilleure formation des moniteurs ou de l'efficacité d'une filière de secours qui permet d'arriver en caisson hyperbare dans les plus brefs délais. A noter que ces données peuvent être biaisées car des accidents peuvent être régulés par un autre organisme de secours par méconnaissance de la procédure et ils peuvent également survenir à terre, hors de la zone de compétence maritime.

Physiologiquement, la plongée sous-marine soumet le corps et plusieurs phénomènes qui peuvent devenir plus ou moins rapidement dangereux.

4.1.Les accidents barotraumatiques

Dans l'eau, la pression ambiante augmente d'une atmosphère (un bar) tous les 10 mètres, ce qui modifie les propriétés des gaz (*voir figure 45*).

D'après la **loi de Boyle Mariotte**, à température constante le volume d'un gaz donné change de façon inversement proportionnel à la pression :

- A la descente, la pression augmente entraînant une diminution du volume du gaz et une augmentation de sa densité ;
- A l'inverse, à la remontée, la pression diminue et le gaz donné verra son volume augmenter et sa densité diminuer.

$$P \times V = \text{constante} \quad \text{Ou} \quad P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$

Avec P_1 la pression avant immersion, P_2 la pression après immersion, V_1 la pression avant immersion, V_2 la pression après immersion.

Au niveau des différentes cavités corporelles, le gaz est ainsi comprimé pendant la descente et se dilate à la remontée : C'est ce phénomène qui est à l'origine des barotraumatismes. Un accident barotraumatique est une lésion au niveau d'une cavité survenant en cas de difficultés d'adaptation entre la pression du gaz à l'intérieur de la cavité en question et la pression extérieure. Il existe différents barotraumatismes en fonction de la cavité corporelle atteinte :

Profondeur (en mètres)	Pression (en bar)	Volume	Densité	PpO2 (en bar)	PpN2 (en bar)
0 (surface)	1	1	1	0,2	0,8
10	2	1/2	x2	0,4	1,6
20	3	1/3	x3	0,6	2,4
30	4	1/4	x4	0,8	3,2
40	5	1/5	x5	1	4
50	6	1/6	x6	1,2	4,8

Figure 45 : Modification des propriétés des gaz en fonction de la profondeur

Avec PpO2 : pression partielle en oxygène, PpN2 : pression partielle en azote

- Au niveau des oreilles, le plongeur peut ressentir un déséquilibre, une sensation d'oreille bouchée, une douleur à la descente ou un bourdonnement (*voir figure 46*). Afin de réduire le risque de **barotraumatisme auriculaire**, il est conseillé aux plongeurs de laisser passer l'eau dans la cagoule et d'effectuer la **manœuvre de Valsalva** à la descente uniquement. Il faut rappeler qu'il est fortement déconseillé de plonger en cas d'otite.

La manœuvre de Valsalva ou d'équilibrage consiste à se pincer le nez et à souffler progressivement, bouche fermée (*voir figure 47*). Elle a pour inconvénient d'être relativement traumatisante pour les tympans, étant donné que le plongeur force l'équilibrage, mais a pour avantage d'être une des plus aisées à mettre en pratique, et est donc enseignée comme première méthode d'équilibrage (*voir figure 48*).

À noter que la pratique de la manœuvre de Valsalva à la remontée entraîne un risque de barotraumatisme important de l'oreille (*voir figure 49*). La pression de l'eau diminuant, la pression à l'intérieur de l'oreille devient supérieure, ce qui déforme le tympan vers l'extérieur et cause une douleur importante pour allant jusqu'à une rupture de la membrane tympanique.

- Au niveau des sinus, les sensations sont plus diffuses et se caractérisent généralement par une sensation de pression, une douleur à la descente ou à la remontée et parfois des saignements de nez. Il n'est pas conseillé de plonger en cas de sinusites ou de rhume.

- Au niveau des yeux, surviennent des phénomènes traumatiques induits par un plaquage de masque. La pression entre le masque et les yeux devient plus faible qu'à l'extérieur du masque et la jupe imperméable du masque empêche un rééquilibre des pressions, pouvant causer des douleurs oculaires voire des hémorragies conjonctivales et un hématome au niveau de l'emplacement du masque. Pour limiter ce risque, il faut régulièrement effectuer un vidage de masque.

- Au niveau des dents, le plongeur peut ressentir une douleur voire un éclatement des dents en cas de caries ou de fissures. La vérification de l'appareil dentaire fait partie des examens indispensables lors de la délivrance du CACI.

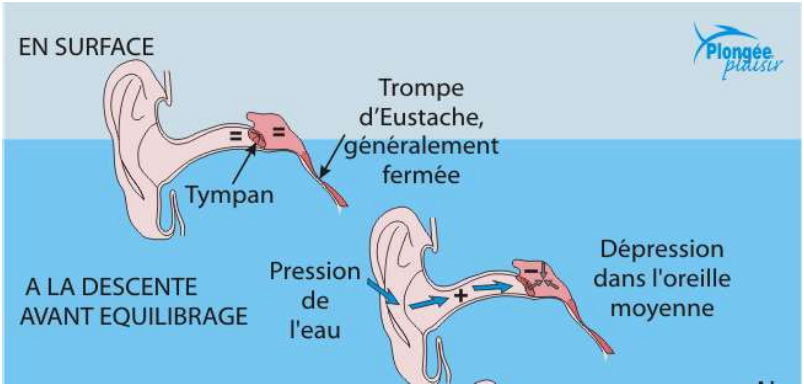


Figure 46 : Pression exercée sur l'oreille à la descente[85]

Figure 47 : Manœuvre de Valsalva[86]

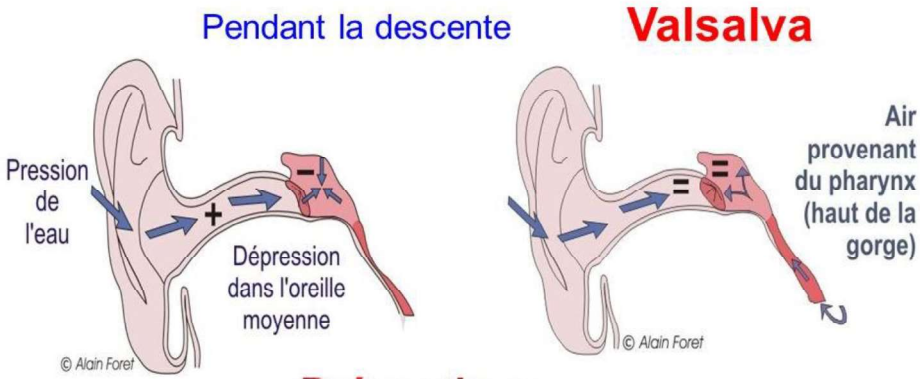


Figure 48 : Effet de la manœuvre de Valsalva[87]

[85] http://www.aquadomia.pro/2016/11/oreille-et-plongee-que-faire-si-ca-fait-mal.html - Consulté le 02/10/19
[86] https://www.scaphander.com/single-post/2017/10/27/Tout-savoir-sur-la-manoeuvre-de-Valsalva - Consulté le 02/10/19
[87] https://slideplayer.fr/slide/519061/ - Consulté le 02/10/19

- Au niveau intestinal, il faut simplement limiter la consommation d'aliments favorisant l'apparition de gaz intestinaux. Cependant, ces conseils concernent surtout les plongeurs professionnels, les plongeurs de loisir y étant moins exposés.

4.2.Surpression pulmonaire et risques de rupture alvéolaire

Selon la **loi de Boyle—Mariotte**, l'air inspiré en profondeur se dilate lors de la remontée, et s'il n'est pas rejeté, le volume des poumons augmente, parfois au-delà de la limite d'élasticité des alvéoles pulmonaires (moins de 10%) qui se déchirent. Elle se produit principalement dans les derniers mètres de la remontée, les variations de pression étant plus importantes[88].

Une surpression pulmonaire peut se compliquer en :

- **Hémorragie pulmonaire** ;
- **Pneumothorax** : L'air est forcé à travers le tissu pulmonaire dans le vide pleural, ce qui engendre un affaissement du poumon et une perte de fonction respiratoire (*voir figure 50*). Dans certains cas, cette déchirure peut entraîner une arrivée de lymphe et de sang dans le vide pleural occasionnant un déplacement du poumon vers le cœur à l'origine de complications cardiaques possibles ;
- **Pneumomédiastin** : Au moment de la rupture du tissu pulmonaire, l'air s'échappe et envahit le thorax ;
- **Emphysème sous-cutané ou cou préconsulaire** lorsque le gaz remontre le long des carotides ;
- **Embolie gazeuse** : Le passage de l'air dans les vaisseaux pulmonaires peut entraîner une embolie artérielle gazeuse, voire une embolie gazeuse cérébrale s'il atteint les vaisseaux du cerveau (*voir figure 51*).

Il s'agit d'une urgence qui réclame une hospitalisation.

Afin de limiter le risque de barotraumatisme pulmonaire, il faut effectuer une remontée lente et contrôlée, en expirant (avec détendeur en bouche ou non) et ne jamais arrêter de respirer afin de toujours permettre à l'air de s'échapper.

[88] La surpression pulmonaire en plongée sous-marine (http://www.codep93.fr/wp-content/uploads/2014/05/surpression_pulmonaire.pdf)

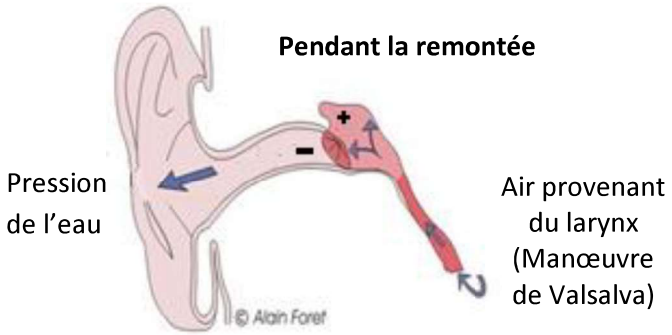


Figure 49 : Conséquences d'un manœuvre d'équilibrage à la remontée

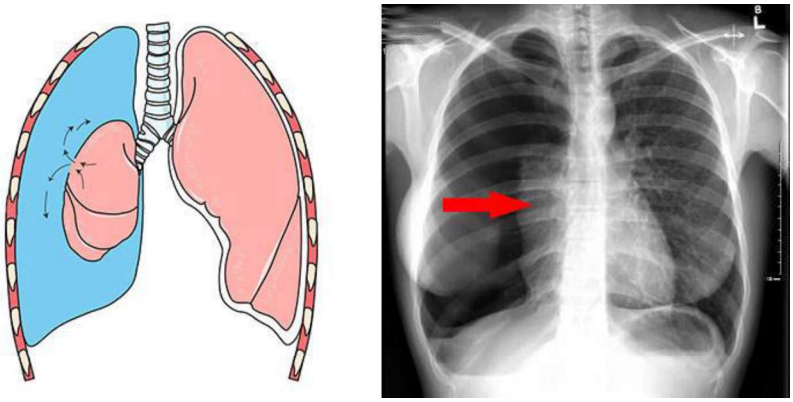


Figure 50 : Schéma et radio d'un pneumothorax[89]

Signes pulmonaires	Signes sous-cutanés	Signes encéphaliques
Douleurs thoraciques suite à la remontée Oppression thoracique douloureuse Difficultés respiratoires (dyspnée) Toux sèche puis avec expectoration saumonée (salive et sang) Accélération du pouls : 150-200/min Chute de tension	Crépitement gazeux sous la peau du cou	Perte de connaissance Cécité Surdité brutale et totale Monoplégie, hémiplégie Crise convulsive Arrêt respiratoire ou cardiaque

Figure 51 : Symptômes d'une embolie gazeuse

[89] La fonction pulmonaire chez le patient BPCO ; *Audrey HERPEUX* ; Dec 2018

Il existe des facteurs de risques de surpression pulmonaire :

- Le **spasme** ou le **blocage de la glotte** : Le plongeur se retrouve dans l'impossibilité d'expirer ou d'inspirer à la suite d'un incident surprenant comme lorsqu'il boit la tasse, en cas de stress intense ou de panique ;
- La **crise d'asthme** : Le plongeur présente des difficultés voire une impossibilité à expirer ;
- Un **détendeur bloqué** ;
- Une **remontée panique**, surtout en cas de blocage de la respiration ;
- Une **piqûre** par un animal marin par exemple, au niveau de la gorge.

4.3.Décompression et insuffisance ventilatoire

Pendant la plongée, les gaz se dissolvent dans les différents tissus. La quantité dissoute est régie par les lois de Dalton et de Henry et la vitesse de dissolution obéit à la loi de Haldane.
La **loi de Dalton** montre, qu'à une température donnée, la pression partielle exercée par un gaz dans un mélange équivaut à la pression partielle qu'exercerait le gaz s'il occupait seul le volume total du mélange
La **loi de Henry** explique qu'à température donnée, la quantité de gaz dissous à saturation dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle du gaz au contact du liquide.
La **loi de Haldane** régit la vitesse de dissolution des gaz dans un milieu liquide. Cette vitesse dépend de la période, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que la pression partielle du gaz soit égale à la moitié de la pression du gaz surnageant, sachant que cette période est spécifique à chaque gaz.

Du fait de la pression élevée en profondeur, les gaz se dissolvent par osmose au sein des différents tissus, dont l'azote, ce qui conduit à la saturation progressive de ceux-ci.
Le temps de saturation est variable en fonction des tissus. Pour prévoir ce temps de saturation, des tables ont été établies selon des modèles mathématiques : Les tissus sont considérés comme des compartiments ayant une période différente.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

A la remontée, la pression du gaz dans les tissus augmente et devient supérieure à celle dans le sang ce qui entraîne un dégazage vers le sang et le gaz se solubilise. Le dégazage des gaz en général (dont l'azote) suit une fonction **exponentielle** : Pression partielle de l'azote par rapport au temps.

Le poumon joue le rôle d'un filtre à bulles : les bulles présentes dans la circulation veineuse passent la barrière alvéolaire par filtration et sont éliminées dans l'atmosphère ambiante. C'est la **décompression**.

En cas de décompression anormale, on assiste à une mise en défaut de l'émonctoire pulmonaire : le gaz, évacué en trop grande quantité, n'est pas entièrement filtré par les poumons, c'est l'**effervescence azotée**. Ainsi, si le plongeur monte à une vitesse qui dépasse la capacité du corps à éliminer cet excès de gaz, des bulles de gaz peuvent se former. Elles peuvent être :

- Immobiles : Elles sont tissulaires et peuvent être stockées au niveau des os, de la peau ou des articulations[90] ;
- Circulantes au niveau veineux ou artériel et donc possiblement ischémiques.

Les bulles circulantes peuvent provoquer une **maladie de décompression** :

- Les formes légères peuvent être **cutanées** (elles associent un prurit du tronc et des plaques de décoloration ou une éruption de type urticaire) ou **lymphatique** (avec présence d'œdèmes durs au niveau des membres supérieurs de régression spontanée) ;
- L'**embolie gazeuse traumatique** est la conséquence d'une rupture alvéolaire et du passage des bulles de gaz dans le sang. Les signes cliniques apparaissent dès la sortie de l'eau ou dans l'heure qui suit celle-ci ;
- La **Maladie de décompression de type 1** est caractérisée par une arthralgie unilatérale au niveau des grosses articulations, dont l'apparition est précédée de fourmillements au niveau de la zone concernée et d'une torpeur ;

[90] Analyse des accidents de plongée sous-marine dans un centre de traitement hyperbare ; **Etude et enquête INRS** ; 2003

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- La **Maladie de décompression de type 2** peut prendre plusieurs formes :
    - L'**embolie pulmonaire** est caractérisée par des troubles du rythme cardiaque associés à des douleurs thoraciques et pariétales puis un essoufflement évoluant vers une sensation intolérable d'étouffement ;
    - L'**embolie cérébrale** entraîne une perte de conscience soudaine, des signes de collapsus, des convulsions. Le sujet atteint est dans un état comateux. En cas de survie, les séquelles sont graves (hémiplégie, paraplégie, aphasie, dysarthrie) ;
    - Les **formes médullaires** apparaissent dès les 5 et 25 minutes après la sortie de l'eau. Le plongeur se plaint de douleurs vertébrales, il présente des œdèmes tissulaires et une atteinte asymétrique des membres inférieurs. Dans ce cas, les séquelles sont irréversibles en cas de prise en charge tardive ;
    - Les **formes labyrinthiques et vestibulaires** se présentent sous la forme de nausées et vomissements, de vertiges et d'acouphènes, d'hypoacousie voire de surdité soudaine.

Les pathologies de décompression peuvent revêtir des formes très variées, parfois sournoises. C'est pourquoi le diagnostic différentiel doit être précis. Le tableau clinique doit être rapporté aux modalités d'exposition à la variation de pression, prenant en compte :

- La profondeur maximum atteinte ;
- La durée de l'exposition ;
- La procédure de décompression effectuée ;
- Le type d'accident ou d'incident ayant donné lieu au non-respect de la procédure ;
- Le moment d'apparition du symptôme durant l'exposition à la variation de pression ou après cette dernière ;
- Les mélanges respiratoires utilisés ;
- Les informations concernant les plongées successives ou précédentes ;
- L'effort physique durant et après la plongée.

En 2018, au Royaume-Uni, le BSAC (*British Sub-Aqua Club*) a déclaré 48 accidents de décompression dont 30% des accidentés plongeaient à plus de 30 mètres, 2,4% étaient dus à des plongées répétées, 22% à une remontée trop rapide, 13% au non-respect des paliers de

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

sécurité et 11% étaient en dehors des limites de leur ordinateur de plongée ou des tables de décompression qu'ils utilisaient[91].

Il existe des situations à risque de majoration des accidents de décompression :

- **Les anomalies anatomiques** comme les « Shunt » qui entraînent un passage du côté veineux au côté artériel sans passer par le filtre pulmonaire :

- Au niveau cardiaque : Cette anomalie est aussi appelée **foramen ovale perméable**, **communication inter-auriculaire** ou **shunt droit gauche cardiaque**. Ce phénomène touche 30% de la population. A l'effort, il peut s'ouvrir et créer un passage infime de sang mais aussi de bulles entre les deux lobes cardiaques.
- Au niveau pulmonaire : Cette anomalie est appelée **shunt doit gauche pulmonaire**. Ce phénomène occasionne une filtration incomplète des bulles veineuses lors de la décompression et un engorgement au niveau des capillaires, qui avec la pression sont envoyées dans la circulation artérielle. Cette anomalie peut donner lieu à des accidents dits immérités.

- **La déshydratation**

Un des effets de l'immersion d'un corps dans l'eau est la vasoconstriction périphérique qui entraîne une concentration de la volémie au niveau du tronc. Les barorécepteurs détectent cette « hypervolémie » comme anormale et le corps met alors en place :

- Une bradycardie instantanée mais transitoire afin de diminuer la pression artérielle ;
- Une diurèse : L'eau se déplace des vaisseaux sanguins vers la vessie ce qui engendre une diminution locale de la volémie.

A noter que le froid majore ces effets.

L'hypovolémie induite par la diurèse augmente la viscosité sanguine, ce qui diminue les capacités de perfusion du corps et ralentit la circulation des bulles non pathogènes au niveau des vaisseaux pouvant les rendre pathogènes, ou plus exactement thrombotiques.

[91] Diving incident report 2018 compiled by *Clare Peddie and Jim Watson*, **BSAC Incidents Advisors**, 2018

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- **L'association diurèse/effort**

La diurèse d'immersion et la diurèse due au froid entraînent une vasoconstriction au niveau des extrémités, qui, ajoutées à l'effort, conduisent à une mise en circulation du système vasculaire et favorisent la création des bulles.

- **La profondeur**

En France, la profondeur limite recommandée pour la plongée à l'air de loisir est 60 mètres, si le plongeur a reçu les enseignements suffisants, car l'effet toxique de l'oxygène n'apparaît qu'à partir de 68m (lorsque la PPO2 est supérieure à 1,6 bar). La profondeur maximum en cas de plongée au TriMix est de 120 mètres.
Au Royaume-Uni, la BSAC recommande, au-delà de 40 mètres, de ne plus plonger à l'air mais avec un mélange contenant de l'hélium, sans dépasser l'extrême limite de 100 mètres de profondeur (*voir figure 52*). Les français, comparés aux autres plongeurs ont tendance à plonger plus profondément.

4.4.Essoufflement, effet toxique des gaz hyperbares[92] et risques de noyade

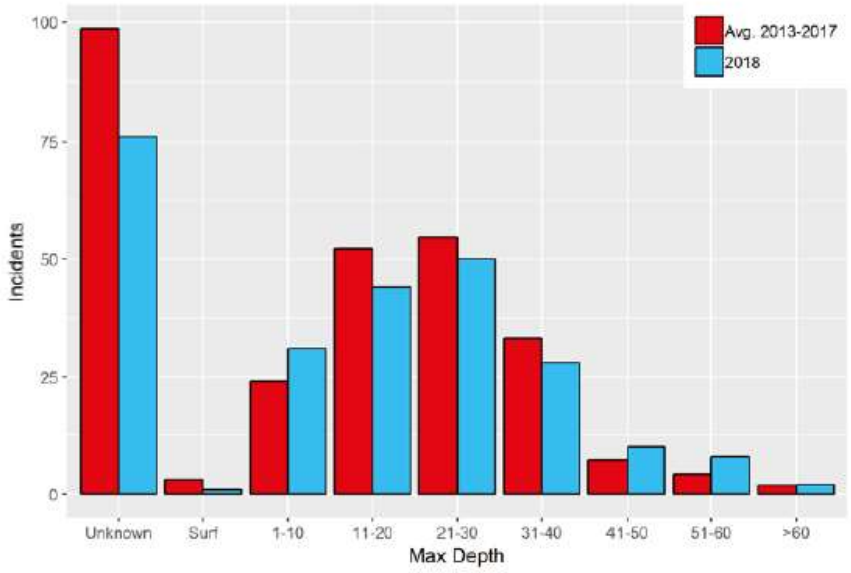
L'air contenu dans les bouteilles de plongée a une composition semblable à celui que nous respirons sur Terre. Il s'agit d'un mélange généralement composé à 78 % d'azote (ou diazote), à 21 % d'oxygène (ou dioxygène) et à 1 % d'autres gaz. Ces gaz peuvent, à eux seuls devenirs toxiques dans certaines conditions.

4.4.1. Intoxication au dioxyde de carbone et essoufflement

Le CO_2 dans la bouteille est à l'état de trace et ne peut pas provoquer un essoufflement. C'est le CO_2 de l'organisme, normalement éliminé par le filtre pulmonaire qui entraîne cet essoufflement. En effet, la ventilation est modifiée en plongée.

Le plongeur est souvent en **apnée inspiratoire** pendant la plongée et n'expire jamais vraiment complétement l'air présent dans ses poumons. Cette pratique est souvent involontaire, surtout

[92] https://www.msdmanuals.com/fr/accueil/l%C3%A9sions-et-intoxications/l%C3%A9sions-caus%C3%A9es-par-les-accidents-de-plong%C3%A9e-et-de-d%C3%A9compression/toxicit%C3%A9-des-gaz-pendant-la-plong%C3%A9e – Consulté le 17/09/19



<u>Figure 52</u> : Profondeurs auxquelles sont rapportés les accidents de plongée[91]

chez le plongeur débutant, mais certains plongeurs cherchent aussi à économiser de l'air en restant en apnée.

Les appareils et le détendeur principalement, engendrent une augmentation de l'espace mort, c'est-à-dire l'espace compris dans les voies aériennes qui ne participent pas aux échanges respiratoires, et ainsi, une augmentation de la résistance inspiratoire et expiratoire. Si le plongeur ne fait pas d'effort supplémentaire pour compenser cette résistance, les débits expiratoires (VEMS) et inspiratoires sont diminués, ainsi que la fréquence ventilatoire.

Le CO_2 de l'expiration entraîne naturellement une diminution du volume alvéolaire et une augmentation de la viscosité du gaz. Du fait de sa pression partielle qui est plus élevée en profondeur, la densité du gaz augmente et il a tendance à s'accumuler : le volume de réserve augmente. Ces conditions peuvent occasionner une gêne à la respiration et augmentent le travail respiratoire nécessaire à celle-ci.

Le risque d'essoufflement est aussi majoré par :

- L'**effort** : Il induit une tachycardie ;
- La **profondeur** : Elle engendre une pression au niveau thoracique et une variation de la viscosité des gaz ;
- Le **froid** : Il induit une vasoconstriction périphérique qui réduit la circulation périphérique et redirige le volume sanguin vers les organes nobles. Cela conduit à une diminution de la capacité vitale.

Au niveau clinique une intoxication au CO_2 se traduit par des maux de tête, une gêne respiratoire, des nausées et vomissements et des bouffées de chaleur. Ces premiers signes sont un bon indicateur de tentative d'économie excessive d'air. Dans les cas les plus graves, il existe un risque de **syncope hypoxique,** qui correspond à une perte de connaissance due à un trop faible apport en oxygène.

Afin de prévenir ce risque, il faut se lester correctement et s'équilibrer pendant tout le temps de la plongée, ce qui permet de réduire les efforts. Malgré l'effort supplémentaire que cela demande, il faut bien penser à faire des expirations complètes.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

4.4.2. Toxicité de l'oxygène

Aux alentours de 68m, l'oxygène peut commencer à devenir toxique. Deux phénomènes expliquent cette toxicité : l'effet **Lorrain Smith** et l'effet **Paul Bert.** Ces phénomènes découlent de la formation excessive de **radicaux libres**.
La présence en trop grande quantité d'oxygène induit naturellement des phénomènes d'oxydation conduisant à la formation d'anions superoxydes. Ce sont des éléments instables et réactifs de par leur charge négative. S'ils sont trop nombreux, les mécanismes de régulation mis en place par le corps sont dépassés et les anions peuvent altérer les cellules et engendrer une inflammation.

- L'effet Lorrain Smith correspond à une atteinte pulmonaire : l'inflammation touche le surfactant et les alvéoles, ce qui majore le risque d'œdème pulmonaire d'immersion.
- L'effet Paul Bert correspond à une situation d'hyperoxie, qui apparaît au-delà de 1,4 bar. Les radicaux libres augmentent le risque d'accidents neurologiques, dont la crise d'épilepsie, pouvant évoluer vers une perte de connaissance.

Naturellement, l'oxygène a tendance à provoquer une vasoconstriction artérielle, ce qui va occasionner une augmentation de la tension artérielle et être à l'origine d'une **tachycardie**.

En pratique, la toxicité de l'oxygène entraîne des symptômes comme des picotements, des convulsions localisées (spasmes de la bouche, des lèvres ou picotements d'un côté du corps), des vertiges, des nausées, des vomissements et des troubles de la vision (vision en tunnel). Environ 10 % des personnes sont atteintes de convulsions ou de malaises qui peuvent entraîner un décès par noyade.

4.4.3. Narcose à l'azote ou ivresse des profondeurs

La narcose peut apparaître dès 30 mètres de profondeur mais devient vraiment invalidante à environ 90 mètres. Les symptômes de la narcose sont les mêmes que ceux dus à une intoxication alcoolique, c'est à dire : euphorie, désorientation et capacités de jugement altérées. Les personnes atteintes peuvent se retrouver dans l'incapacité de remonter à la

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

surface à temps, ou bien plonger encore plus en profondeur en pensant qu'elles remontent vers la surface.

Pour limiter cet effet, le N_2 (qui est lourd) peut être remplacé par de l'Hélium (qui est plus léger) : C'est l'intérêt du **trimix**. Il permet de diminuer la narcose des profondeurs, l'essoufflement et le pourcentage d'O_2 afin de pouvoir descendre d'avantage.

4.4.4. Toxicité de l'hélium

Le syndrome nerveux des hautes pressions apparaît au-delà de 180m. Il ne concerne donc pas la plongée de loisir. Les signes cliniques observés sont : nausées, vomissements, tremblements, maladresses, étourdissements, fatigue voire somnolence, mouvements musculaires saccadés, crampes et confusion.

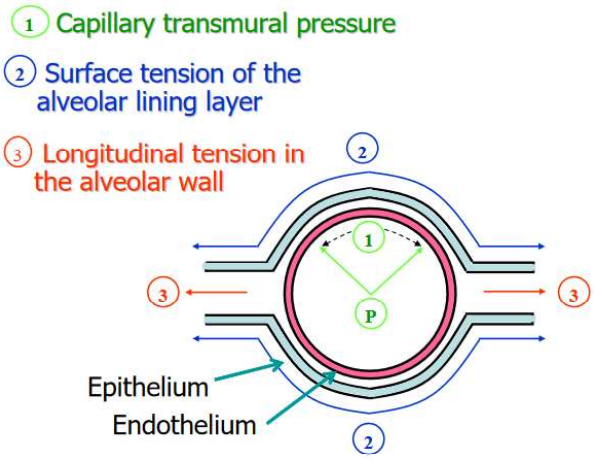
4.5. Œdème pulmonaire d'immersion[93 94 95]

La vasoconstriction périphérique entraînée par l'immersion du corps, conduit à une augmentation de la tension artérielle et pulmonaire. Le corps met alors en place une **hypovolémie réflexe** par l'intermédiaire d'une tachycardie transitoire et du phénomène de diurèse dite d'immersion. Cependant, à la remontée, la dilatation du gaz dans les alvéoles pulmonaires occasionne une **surpression pulmonaire**, c'est-à-dire une augmentation de volume des alvéoles causant un amincissement du surfactant pulmonaire.

Contrairement au processus conduisant aux barotraumatismes, ce phénomène de surpression reste non pathologique puisque la membrane basale n'est pas affectée, il n'y a pas de rupture tissulaire.

Du fait de l'hypertension artérielle, la pression transmurale (*voir figure 53*) augmente, de même que la perméabilité capillaire et dans certains cas, la formation progressive d'un

[93] Hemodynamic changes in man during immersion with the head above water; *Arborelius M, Balldin* ; **Aerospace Med**. 1972; 43: 592-598
[94] Pulmonary oedema in healthy persons during scuba diving and swimming ; *Pons M., Blickenstorfer D. ;* **Eur Respir J** ; 1995;8:762 –7
[95]. Œdème pulmonaire en plongée sous-marine autonome ; *Henckes A.* ; **Sports Med** ; 2005



<u>Figure 53</u> : Schéma d'une coupe transversale d'un vaisseau sanguin[95]

œdème interstitiel peut être observé. Il est rapidement réversible mais peut dégénérer et évoluer vers une **infiltration pulmonaire** et une **hémorragie alvéolaire**.

En plongée, plusieurs facteurs sont à l'origine d'une possible aggravation de cet état :

- Le **froid** entraîne une vasoconstriction périphérique qui augmente les pré et post charges et augmente les résistances respiratoires ;
- Le **stress** crée une décharge catécholaminergique et une augmentation de la tension artérielle ;
- De plus, les **contraintes respiratoires** propres à la plongée sont présentes, comme la résistance de l'air due au détendeur, la diminution de la compliance pulmonaire due à la pression et aux vêtements serrés et la variabilité de la densité du gaz respiré en fonction de la profondeur ;
- A noter que l'air respiré est **froid et sec** ce qui occasionne des réactions inflammatoires locales ;
- La **déshydratation** est à l'origine d'une hypovolémie limitant la perfusion organique et augmentant la viscosité sanguine.

Outre les facteurs de risques liés à l'activité, certains facteurs peuvent être inhérents au plongeur : La femme de plus de 45 ans et sédentaire est un sujet particulièrement à risque, plus encore si elle présente une anomalie cardiaque ou une hypertension artérielle.

Cependant, il ne s'agit que de susceptibilités, et à l'officine, la prévention de cet accident est impossible.

Au niveau clinique (*voir figure 54*), le plongeur peut présenter plusieurs symptômes auxquels la palanquée doit savoir rester attentive :

- **Difficultés respiratoires** (rythme rapide, respiration profonde, toux incontrôlée) quand il n'a pas fait d'exercices particulièrement fatigants ;
- **Confusion** et **perte d'orientation** ;
- Incapacité à effectuer des actions classiques tout en semblant se concentrer anormalement sur sa propre respiration ;

	Selon A. Henckes (étude sur 18 cas)	Selon Koehle (étude sur 60 cas)
Dyspnée	94%	80%
Hémoptysie	78%	62%
Toux	61%	82%
Manifestations générales	28%	3%

Figure 54 : Tableau récapitulatif des données épidémiologiques récoltées au cours de deux enquêtes concernant l'OAP[96]

[96] https://www.ffessmaura.fr/images/le-comite/medical/OAP_Immersion_Henckes_2012.pdf

- Indication d'une panne d'air quand l'équipement ne montre aucun signe de dysfonctionnement ;
- Indication d'une difficulté respiration à la remontée à la surface.

D'après le rapport des incidents de plongée sous-marine BSAC[90], une prise en charge **ultra-précoce** est indispensable afin d'éviter que l'incident devienne fatal. En cas de notification d'un de ces symptômes, il faut revenir immédiatement à la surface, sans respecter les paliers afin d'alerter les secours et prendre le patient en charge le plus rapidement possible.

En 2018, la BSAC a notifié 2 accidents de plongée dus à un œdème pulmonaire d'immersion.

Pour conclure

Au niveau pulmonaire, l'immersion dans l'eau entraîne une **augmentation de la pression hydrostatique,** ce qui a plusieurs conséquences :

- Une compression thoracique et abdominale qui est à l'origine d'une augmentation du travail respiratoire et d'une diminution de la compliance pulmonaire ;
- La pression hydrostatique supplémentaire sur les membres déplace le sang de la périphérie vers le thorax ce qui augmente le volume sanguin intra-thoracique et diminue la compliance pulmonaire ainsi que la capacité vitale pulmonaire ;
- L'augmentation de la pression artérielle provoque une perte de volume de plasma par diurèse ;
- Les contraintes mécaniques peuvent perturber les échanges gazeux et altérer la relation perfusion/ventilation pulmonaire.

De plus, la densité des gaz augmente proportionnellement à la profondeur et les résistances aériennes augmentent mécaniquement à cause du détendeur. Ces différents facteurs sont à l'origine d'une **diminution générale de la capacité respiratoire** du plongeur.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

4.6.Les risques théoriques supplémentaires chez le patient asthmatique

Malgré la relative récente autorisation sous conditions de plonger pour les asthmatiques, le nombre de licenciés dans les clubs de plongée n'a pas drastiquement augmenté, et pour cause, les asthmatiques font de la plongée sous-marine, et ce, avant même que la contre-indication absolue n'en soit plus une. En 1992, grâce à une étude de dépistage[97], 10 422 réponses à la question «avez-vous déjà souffert d'asthme» ont été renvoyées par les lecteurs du magazine *Skin Diver Magazine*, lu principalement par les plongeurs. 870 (8,3%) ont répondu « oui », 343 (3,3%) ont indiqué avoir un asthme avec des symptômes réguliers et 276 (2,6%) ont déclaré plonger malgré leur asthme.

En 2002, une enquête transversale[98] a été menée auprès de 346 plongeurs appartenant à des clubs de plongée sous-marine à travers l'Australie, avec un nombre moyen de plongées effectuées entre 414 et 740. Parmi ce groupe, 39 (11,3%) plongeurs fumaient, 36 (10,4%) avaient rapporté un asthme actif ou des antécédents d'asthme.

D'un point de vue théorique, **le risque d'accident de plongée est plus important chez une personne présentant un trouble ventilatoire obstructif**. C'est pour cette raison que les autorités compétentes ont mis en place cette contre-indication. En 2016 et 2017, deux revues de littérature, américaine[99] et danoise[100] stipulaient que, même si les preuves étaient limitées, les études suggéraient que les plongeurs souffrant d'asthme avaient un risque accru d'incidents liées à la plongée par rapport aux plongeurs non asthmatiques. Malgré cela, il n'a pas été mis en évidence d'augmentation significative du nombre d'incidents (barotraumatisme pulmonaire, maladie de décompression ou décès) chez les plongeurs asthmatiques. Il n'est cependant pas possible de garantir l'absence totale de risques… **Les asthmatiques sont théoriquement des sujets à risques**.

[97] Observations on asthma in the recreational diving ; *Bove AA, Neuman TS, Kelsen S, Gleason W.* ; **SPUMS J. ;** 1992
[98] Experienced, Recreational Scuba Divers in Australia Continue to Dive Despite Medical Contraindications ; *Taylor DM, O'Toole KS, Ryan CM.* ; **Wilderness Environ Med**. ; 2002
[99] Are recreational SCUBA divers with asthma at increased risk? ; *Ustrup AS, Ulrik CS. ;* **J Asthma Off J Assoc Care Asthma** ; 2017
[100] Can asthmatic subjects dive? ; *Adir Y, Bove AA.* ; **Eur Respir Rev**. ; 2016

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

4.6.1. Crise d'asthme

L'environnement de la plongée (air froid et sec inhalé par le détendeur, effort ventilatoire augmenté, profondeur, stress éventuel…) peut provoquer un **bronchospasme** à l'origine d'une crise d'asthme, et sous l'eau, l'utilisation d'un traitement de crise est impossible.

D'après une étude[101] réalisée en 2001, la **température** de l'eau et la **profondeur** sont des facteurs de risque supplémentaire de déclencher une crise d'asthme, en altérant les paramètres respiratoires. Pour cela, l'effet d'une heure de plongée a été observé sur quatre groupes de plongeurs en bonne santé. Les deux premiers groupes ont plongé en eaux profondes (50 m) mais un dans des conditions de températures confortables et l'autre en eaux froides. Les deux autres groupes ont plongé en eaux peu profondes (10 m) dans ces deux conditions de températures. Les plongeurs ayant été le plus affecté au niveau respiratoire étaient ceux ayant plongé à 50 mètres en eaux froides. La fonction respiratoire de ceux ayant plongé à faible profondeur n'a pas été affectée.

En 2004, une étude[102] a rapporté que respirer de l'air comprimé par l'intermédiaire d'un détendeur sur terre dans des conditions de laboratoire, augmentait la sévérité du bronchospasme induit par l'exercice de manière significative chez les individus sensibles (souffrant de bronchoconstriction induite par l'exercice). Cette exacerbation des symptômes peut être liée au fait que le plongeur respire de l'**air froid et sec**.

Cependant, une étude[103] de 2013 ne montrait pas de diminution du VEMS après la plongée chez les fumeurs ou les asthmatiques. Elle montrait par contre une diminution du DEP non significative dans le groupe asthmatique et une diminution significative dans le groupe fumeur. Cette étude a également montré que l'association d'un asthme et d'un tabagisme actif était clairement délétère de manière significative pour la pratique de la plongée sous-marine.

---

[101] Effects of ambient cold and depth on lung function in humans after a single scuba dive ; *Tetzlaff K, Friege L, Koch A, Heine L,* ; **Eur J Appl Physiol**. ; 2001
[102] Severity of exercise-induced bronchoconstriction during compressed-air breathing via scuba ; *Gotshall RW, Fedorczak LJ, Rasmussen JJ.*; **Medicine & Science in Sports & Exercise** ; 2004
[103] Évaluation de l'asthme sur la fonction respiratoire lors de la plongée en scaphandre ; *Jeulin JC, Fausser C.* ; **Kinésithérapie Rev**. ; 2013

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Une étude[104] publiée en 2016, réalisée au Honduras, avait pour but de vérifier si les plongeurs souffrant d'asthme étaient plus susceptibles de subir une obstruction réversible des voies respiratoires après une plongée sous-marine typique. Toutes les plongées de l'étude étaient des plongées à partir d'un bateau en eau de mer tropicale, pendant 40 et 55 minutes à une profondeur comprise entre 10 et 18 mètres. La **diminution du DEP** (mesuré immédiatement après la plongée) était significativement plus importante dans le groupe des plongeurs asthmatiques utilisant un traitement préventif de manière régulière (salbutamol) par rapport au groupe témoin.
Toutefois, aucun incident n'a été signalé pendant l'étude. Aucune plongée n'a dépassé 18 mètres et la température de l'eau était chaude et stable, les deux facteurs environnementaux, le froid et la profondeur, n'ont été que partiellement étudiés.
Ces résultats confortent le point de vue selon lequel les asthmatiques sont plus sensibles aux modifications des voies respiratoires après la plongée sous-marine.

4.6.2. Barotraumatisme

Une des raisons principales pour laquelle l'asthme représentait une contre-indication à la plongée était le risque accru de barotraumatisme. En cas de **bronchospasme** en profondeur, l'air est piégé dans les bronchioles et les alvéoles pulmonaires et va se dilater à la remontée, sans pouvoir être efficacement évacué à l'expiration, entraînant des lésions pulmonaires plus ou moins graves : pneumothorax, emphysème sous-cutané, emphysème médiastinal, embolies gazeuses artérielles…

Une étude de 1994 réalisée par Neuman et *al.* aux Etats Unis[105], montre que la prévalence de l'asthme chez les plongeurs de loisir était semblable à celle de la population adulte générale, avec un taux d'accident mortel d'un asthmatique pour 2 132 décès. Les données suggéraient que les patients asthmatiques avec une fonction respiratoire normale au repos et avec peu de réactivité bronchique en réponse à l'exercice ou à l'inhalation d'air froid, avaient un risque de barotraumatisme pulmonaire semblable à celui des sujets normaux.

[104] The effect of scuba diving on airflow obstruction in divers with asthma ; *Lawrence CHD, Chen IYD*. ; **Diving Hyperb Med**.; 2016
[105] Asthma and diving. ; *Neuman TS, Bove AA, O'Connor RD, Kelsen SG*. ; **Ann Allergy**. ; 1994

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

En 2005, une étude transversale[106] visait à établir des données épidémiologiques sur un groupe de 322 plongeurs, dont 28 (8,7%) asthmatiques. La moitié des plongeurs souffrant d'asthme utilisaient un médicament de crise régulièrement et un tiers avait signalé une utilisation prophylactique de bronchodilatateur d'action rapide avant de plonger. Les 322 plongeurs avaient réalisé au total 17 386 plongées sans aucun barotraumatisme ni aucun accident de plongée sérieux signalé.
Cette étude suggérait qu'il y avait donc une population de sujets plongeant sans incidents, avec pourtant des maladies respiratoires qui sont généralement considérées comme une contre-indication à la plongée sous-marine.

4.6.3. Capacité physique réduite

L'asthme peut réduire la capacité d'un sujet à effectuer un exercice physique. Il s'agit d'un problème potentiellement dangereux pour un plongeur qui peut avoir besoin de nager fortement contre les courants ou d'échapper au danger et éviter ainsi la noyade.

4.6.4. Accident de décompression

Il est possible que les asthmatiques soient plus exposés à des risques d'accidents de décompressions sévères. En effet, les **médiateurs pro-inflammatoires** (cytokines, histamines…) présents en grand nombre chez l'asthmatique, sont également impliqués dans les réactions de l'organisme face à la présence de bulles de gaz dans le compartiment vasculaire lors de la remontée.

En 1992, une étude publiée dans le journal de la SPUMS (*South Pacific Underwater Medicine Society*)[107] a été réalisée à partir d'un questionnaire envoyé à 75 000 lecteurs du magazine *Alert Diver,* retourné par 279 d'entre eux (représentant 56 334 plongées). Cela a permis de trouver un risque de 1 accident de décompression pour 5 100 plongées, soit un risque 4,2 fois plus élevé chez les asthmatiques que dans une population de plongeurs non asthmatique.

[106] Demographics and respiratory illness prevalence of sport scuba divers ; *Tetzlaff K, Muth CM.* ; **Int J Sports Med**. ; 2005
[107] A survey of diving asthmatics ; *Corson KS, Moon RE, Nealen ML, Dovenbarger JA*, ; **Bennett PB**. ; 1992

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Cependant, un biais de sélection important est toutefois possible compte tenu du mode de recrutement.

Au cours de la période 1988-1994, 369 cas d'embolie gazeuse artérielle (dont 23 chez des asthmatiques) et 2 720 cas de maladie de décompression (dont 123 chez des asthmatiques) ont été signalés au *Divers Alert Network* aux États-Unis[108]. La prévalence de l'asthme chez les personnes développant une embolie gazeuse artérielle et une maladie de décompression était, en proportion, similaire à celle de la population générale.

4.6.5. Inhalation de facteurs irritants

Des études ont également indiqué que le pollen pouvait être piégé dans les bouteilles d'air de plongée et donc mettre en danger le plongeur asthmatique en cas de sensibilité à cet allergène. En 1999, un plongeur asthmatique avait rempli son réservoir de plongée dans une nouvelle zone dont le compresseur n'était pas équipé d'un filtre à air. Le plongeur a souffert d'une crise d'asthme mortelle lors d'une plongée, causée par un allergène de pollen bien qu'il bénéficiait d'un traitement de fond par Budésonide 400 µg deux fois par jour[109].
Le biais majeur de ce cas est le fait que le compresseur n'était pas équipé de filtre à air, ce qui ne serait pas possible aujourd'hui : cela est régi par la règlementation des stations de gonflage.

L'air des blocs est issu de bouteilles d'air comprimé ayant une règlementation stricte édictée par les **arrêtés du 13 octobre 2000 et 30 mars 2005** relatifs au champ d'application, conditions d'installation et d'exploitation, inspections périodiques et requalifications périodiques, déclaration et contrôle de mise en service. L'air est **ultra filtré** et ne contient pas d'autres composants ni impuretés qui pourraient modifier la classification du produit.

Cependant, la **pollution de l'air** est un des risques majeurs de la station de gonflage des blocs[110] : L'aspiration des compresseurs doit se faire dans un endroit ne présentant pas de risque de pollution, notamment par des gaz d'échappement de moteur, des brouillards de

[108] Are Asthmatics fit to Dive? ; *Elliott DH.* ; **Undersea Hyperbaric Medical Society. Kensington MD**. ; 1996
[109] Pollen asthma in the deep *; D'Amato G, Noschese P, Russo M, Gilder J, Liccardi G.* ; **J Allergy Clin Immunol. ;** 1999
[110] http://www.ffessm67.fr/attachments/article/254/8.Blocs%20et%20station%20de%20gonflage%202013%20(R%C3%A9my%20Heller-Michel%20Lambinet).pdf - Consulté le 08/07/18

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

vapeurs d'huile ou d'hydrocarbures, du gaz carbonique ou d'oxyde de carbone[111]. A noter que le risque de contamination au gaz carbonique est majoré avec les compresseurs portables.
C'est pour cela que de nombreux décrets et articles de loi régissent les conditions d'installation et d'entretien de ces stations : une analyse annuelle et une contre-vérification en cas d'anomalie ou après toute réparation de l'installation doit être effectuée.

De même que les stations, les bouteilles doivent être inspectées par un TIV (*Technicien en Inspection Visuelle*) de la FFESSM tous les ans. Concernant les autres récipients ou tuyauteries et les générateurs de vapeur, ils doivent être vérifiés tous les 10 ans[112]. Le technicien permet d'assurer une traçabilité du respect des conditions d'entretien par marquage des bouteilles inspectées.

4.7.Les risques théoriques supplémentaires chez le fumeur

Le tabac affecte les capacités des plongeurs à court terme (inhalation de la fumée de cigarette) et à long terme (effets métaboliques du tabagisme).[113] [114]

4.7.1. Les effets immédiats de la fumée de cigarette

La nicotine entraîne une vasoconstriction périphérique à l'origine :

- Au niveau central, d'une **augmentation de la fréquence cardiaque** et **de la pression artérielle** ;
- D'un ralentissement de la circulation sanguine au niveau des extrémités, surtout au niveau des pieds et des mains, créant une **déperdition calorifique.** La diminution de l'afflux sanguin limite l'évacuation pulmonaire des bulles et ralentit leur circulation, ce qui peut les rendre ischémiques. D'après une étude[115] le tabagisme est un facteur de risque d'aggravation des symptômes d'un accident de décompression chez les plongeurs récréatifs.

[111] Décret no 90-277 du 28 mars 1990 relatif à la protection des travailleurs intervenant en milieu hyperbare Art. 10
[112] Article 22 Modifié par Arrêté du 31 janvier 2011 - art. 1 Paragraphe 1.
[113] https://www.aurel32.net/plongee/tabac.php - Consulté le 30/10/19
[114] https://www.seriniti.fr/blog/44/plong%C3%A9e-bouteille-et-tabac-une-surprenante-co.html – Consulté le 03/11/19
[115] Cigarette smoking and decompression illness severity: a retrospective study in recreational divers; *Bush DA, EL Moalem H, Dovenbarger JA*, ; **Aviat Space Environ Med**; 2003

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

L'inhalation de fumée favorise la fixation du monoxyde de carbone à l'hémoglobine, plutôt que celle de l'oxygène, formant de la **carboxyhémoglobine**. Même en profondeur, les proportions de fixation de monoxyde de carbone ne permettent pas d'entraîner une intoxication à ce gaz mais cela diminue grandement les capacités d'oxygénation du corps : c'est l'**hypoxie tissulaire.**

L'hypercapnie engendre une sensation de fatigue et un essoufflement, augmentant la consommation d'air. Cette affinité préférentielle entre le monoxyde de carbone et l'hémoglobine dure plusieurs heures et persiste même en cas d'utilisation d'un mélange de gaz suroxygéné.

4.7.2. Les effets à long termes du tabac

Le goudron libéré par la combustion du tabac occasionne une modification des fonctions cellulaires au niveau pulmonaire : c'est la **métaplasie cellulaire.**

Le tabac irrite les voies aériennes supérieures et les rend moins souples et inflammées. De plus, le surfactant pulmonaire étant amincie par cet état inflammatoire, il existe une majoration du risque d'**œdème pulmonaire d'immersion.**

Les cellules ciliées se transforment en cellules sécrétrices de mucus et l'accumulation de ce film muqueux au niveau des bronches diminue la qualité des échanges gazeux et le diamètre des bronchioles, et favorise la formation d'**emphysème**.
Ce phénomène de « trapping gazeux » augmente les risques d'**intoxication au dioxyde de carbone** d'une part, et de **barotraumatismes** à la remontée d'autre part. La zone de formation des sacs gazeux peut créer des lésions pulmonaires : un éclatement au niveau de la plèvre peut entraîner un pneumothorax.

De plus, ces difficultés respiratoires diminuent les capacités d'adaptation du corps à l'effort, par conséquent, un fumeur sera plus facilement **essoufflé** et **fatigué**.

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Le tabac reste la première cause d'**athérome** des parois vasculaires. La carboxyhémoglobine cause indirectement une polyglobulie réactionnelle, une hyperplaquettose et une hyperleucocytose. L'ensemble contribue à augmenter la viscosité sanguine, majorant le **risque thrombotique**.

5. LES BIENFAITS DE LA PLONGEE SOUS-MARINE

Si malgré tous ces risques, la FFESSM recense autant de licenciés, c'est qu'il s'agit avant tout d'une **activité agréable**. Afin de mettre en avant le côté « plaisir » de cette activité, quelques questions concernant le ressenti des plongeurs ont été intégrées au questionnaire (*voir annexe 6*).

Sur les 175 plongeurs interrogés, 99% ont considéré la plongée comme **très agréable** et la recommandent à leurs amis et famille. Le test laissait la place à d'éventuelles remarques supplémentaires que les plongeurs interrogés pouvaient faire. Les termes « sensation de liberté » de « bien-être », d'« effet zen » et de « lâcher-prise » ont été employés. De même, beaucoup ont précisé que la plongée était pour eux une réelle passion, parfois même leur métier (pour 7 des personnes interrogées), une activité agréable et relaxante, réduisant le stress et ayant un effet de « soupape hebdomadaire » sur leur humeur. La plongée leur permet de s'évader (dans 91% des cas) et d'oublier leurs soucis.

Une étude[116] a montré les bienfaits thérapeutiques de la plongée sous-marine sur les blessures physiques ou psychologiques traumatiques d'anciens militaires. Les participants ont signalé une amélioration des niveaux d'anxiété et de dépression, ainsi qu'une réduction de l'insomnie à la suite de leur participation à des activités organisées de plongée. La raison de ces améliorations est que la plongée exige une concentration complète et apporte un sentiment d'apesanteur sous l'eau.
Il existe des similitudes entre la plongée sous-marine et la méditation et les techniques de pleine conscience de par l'état de « surveillance ouverte » associé à une respiration lente et

[116] Can scuba diving offer therapeutic benefit to military veterans experiencing physical and psychological injuries as a result of combat? A service evaluation of Deptherapy UK. ; *Morgan A, Sinclair H, Tan A, Thomas E, Castle R.* ; **Disabil Rehabil.** ; Juin 2018

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

ample. Le stress perçu étant diminué pendant la pratique de la méditation, une étude[117] a cherché à mettre en évidence l'effet de la plongée sous-marine sur le stress ressenti par certains sujets. En règle générale, la pratique d'un sport récréatif améliore l'humeur des sujets mais les bienfaits de la plongée récréative semblent être plus importants que ceux de la pratique d'autres sports pour réduire le stress et améliorer le bien-être.

Une étude[118] a interrogé plusieurs sujets handicapés physiques qui ont indiqué que la plongée était pour eux une activité stimulante et agréable améliorant leur qualité de vie et valorisant leur propre image. En effet, le fait d'évoluer dans un environnement flottant leur permet de se sentir en apesanteur et donc libérés de leurs déficiences.

20% des plongeurs interrogés considèrent ce sport comme **extrême** et **dangereux**. Cette conscience vient surtout des cours théoriques dispensés à chaque passage de niveaux de plongée. Ils permettent de sensibiliser les plongeurs à la législation du sport et aux règles de sécurité. Cette formation a pour but d'expliquer les risques auxquels le plongeur s'expose à chacune de ses sorties en mer et de le rendre plus responsable et plus prudent. Ces cours permettent aussi de mieux comprendre l'environnement marin et d'apprendre à le respecter. Aucun des plongeurs interrogés n'a considéré ces cours comme étant inutiles ou ennuyeux mais 16% pensaient qu'ils étaient trop complets par rapport aux situations et besoins réels.
Le risque zéro n'existe pas et la plupart des plongeurs considérant cette activité comme dangereuse ont conscience qu'afin de pratiquer la plongée dans un cadre de sécurité optimal, la connaissance des risques, des règles de sécurité et les informations concernant les autres plongeurs de la palanquée sont indispensables.

17% des plongeurs interrogés pensent que la plongée est une activité **très sportive** nécessitant une bonne condition physique. Cependant, parmi les 89 personnes ayant précisé leur niveau d'activité physique, 21% n'en pratiquait aucune et 56% en pratiquait une plus de 2 fois par semaine.

[117] Recreational Diving Practice for Stress Management: An Exploratory Trial. ; *Beneton F, Michoud G, Coulange M, Laine N, Ramdani C*, **;** Front Psychol ; Décembre 2017
[118] Psychosocial aspects of scuba diving for people with physical disabilities: an occupational science perspective ; *Carin-Levy G, Jones D.*; **Can J Occup Ther**. ; Février 2007

Partie 2 : La plongée sportive en scaphandre autonome

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

La **vie associative** de certains clubs permet aux plongeurs de faire partie intégrante de cette « famille » et leur permet de rencontrer des personnes partageant la même passion. Dans les clubs commerciaux, ce sentiment d'appartenance est parfois moins mis en avant mais les plongeurs forment tout de même un réseau de partage et d'entraide. 83% des plongeurs interrogés pensent que la plongée leur a permis de rencontrer des personnes intéressantes.

Les clubs de plongée peuvent aussi organiser des « voyages plongée » permettant de découvrir d'autres paysages marins et une faune et une flore différentes de celle à laquelle le plongeur est habitué. Cette activité permet aussi de s'informer sur la faune et la flore marines et de sensibiliser les plongeurs aux enjeux écologiques. 77% des plongeurs interrogés pensent qu'il s'agit là d'un des principaux buts de la plongée.

La plongée est aussi considérée comme une activité **chronophage** par 18% des plongeurs interrogés. En effet, il faut prendre en compte le temps de mise en place du matériel sur le port, le trajet en bateau, le temps réel de plongée et le temps nécessaire pour nettoyer et ranger le matériel. Il faut généralement compter 4 à 6h au total de préparation et transports pour un temps réel de plongée allant de 40 min à 1h10.

31% des plongeurs considèrent cette activité comme étant **fatigante**. Cela comprend l'effort à fournir sous l'eau, les charges (bouteilles et autre matériel) à porter mais aussi la sensation de fatigue induite par la saturation des tissus en azote. Beaucoup de plongeurs dorment après la plongée.

La plongée reste un **investissement**. Même si les clubs proposent du matériel soit à la location soit gratuitement, les plongeurs achètent progressivement leur propre matériel, dont le coût est souvent élevé. Outre le matériel, l'abonnement au club, le coût propre de la plongée et l'adhésion à la FFESSM représentent plusieurs centaines d'euros par an en fonction du nombre de plongées effectuées, de la formation entreprise au cours de l'année et le régime de tarification du club. 10% des plongeurs interrogés pensent que la plongée présente d'importantes contraintes financières et qu'il peut s'agir d'un frein à la pratique de cette activité.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

PARTIE 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

1. FICHE CONSEIL

(*voir Annexe 6*)

Il est nécessaire de rappeler au plongeur qu'il ne faut **pas se forcer à plonger** et **savoir s'écouter**. Il est déconseillé de plonger en cas de fatigue ou contrarié, par exemple, le risque d'accident de décompression est majoré.

Le temps de remontée doit être compris entre **8 et 10 mètres/minute**. Il n'y a pas d'intérêt à remonter plus lentement car le temps de saturation des tissus en azote augmente, alors que les paliers et la remontée lente et contrôlée permettent justement de dé-saturer progressive les tissus en azote afin d'éviter le phénomène d'effervescence azotée.

Comme pour de nombreux autres sports, certains conseils s'appliquent aussi à la plongée.
Il faut rappeler qu'il est indispensable de **bien s'hydrater** avant et après la plongée. La diurèse d'immersion, majorée par le froid, augmente le volume des urines et il est très courant que les plongeurs urinent pendant la plongée ou juste après celle-ci. De plus, l'eau de mer étant salée et le détendeur maintenant la bouche du plongeur ouverte, il n'est pas rare d'avoir les lèvres et la bouche sèches en remontant sur le bateau. C'est pourquoi il est important de bien boire après la plongée. A noter que le jus d'orange majore le risque de remontées acides, il est donc préférable d'éviter d'en boire pendant le petit déjeuner précédant la plongée.

Le plus important est de **lutter contre le froid**. Bien que simple, ce principe est élémentaire.
Une **alimentation riche en sucres lents** la veille et le matin de la plongée permet de renforcer les stocks d'éléments nécessaires à la production d'énergie et donc de chaleur.
Il est important d'utiliser une combinaison avec une **épaisseur de néoprène adaptée** à la plongée prévue. Le fait de retourner les manchons permet de maximiser l'imperméabilité de la combinaison et de limiter la sensation de froid due à l'entrée d'eau. Il ne faut pas hésiter à

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

superposer les couches de néoprène en utilisant une souris ou une surveste si besoin. Il est recommandé d'utiliser une **cagoule** car 40% de la perte de chaleur passe par la tête. **Gants** et **chaussons** de plongée sont aussi de rigueur. Pour les plongées en eaux très froides, les combinaisons étanches (certification nécessaire) et semi-étanches sont recommandées.

Il faut aussi régulièrement vérifier l'intégrité de la combinaison en particulier au niveau des zones fortement sollicitées (aisselles, entre-jambes, épaules…)

En hiver, il est préférable de **limiter le temps de plongée** en cas d'utilisation d'une combinaison humide.

Le fait de **préparer son équipement avant de plonger** permet de limiter le temps passé dehors, ce qui peut être intéressant en hiver.

En plongée, le fait de bouger les bras pour se réchauffer est contre-productif puisque cela entraîne un effort à l'origine d'une perte calorique et d'un éventuel essoufflement. De plus, le fait de secouer les doigts engendre le retour du sang vers les extrémités (cela va à l'encontre de la vasoconstriction périphérique due au froid) et augmente la perte de chaleur. En cas de sensation de froid en profondeur, il est préférable de **remonter de quelques mètres** afin d'évoluer dans une eau à une température plus clémente. Dans ce cas, il ne faut pas hésiter à **communiquer avec sa palanquée** sur ses sensations de froid dans l'eau et arrêter la plongée dès que la sensation apparaît. A noter qu'il faut prendre en compte les temps de palier à la remontée pendant lesquels le plongeur est statique.

En sortant de l'eau, il est recommandé de **quitter son équipement**. En effet, le vent sur combinaison mouillée entraine une déperdition de chaleur 30 fois supérieure à juste celle du vent sur une peau sèche. Il faut **se sécher** rapidement et **se couvrir** avec des vêtements secs et chauds voire un imperméable, un bonnet et des gants et boire une boisson chaude.

Les asthmatiques doivent être attentifs à leur symptomatologie éventuelle et la **période de l'année** en cas d'asthme allergique ou s'ils ont des crises déclenchées par le froid. Si un début de crise est ressenti lors d'une plongée, il faut commencer une remontée lente et contrôlée en **forçant sur l'expiration** à chaque respiration, et prendre un **bronchodilatateur d'action rapide** dès que possible.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Il est important de renoncer à plonger en période d'instabilité, d'allergie, de symptômes mineurs (toux, gêne respiratoire modeste, non ressentie comme une crise « vraie »), avec une attente minimale de 48h, voire jusqu'à **7 jours** après une crise d'asthme d'intensité modérée.
Il ne faut pas hésiter à être **plus restrictif** pour les plongées délicates, notamment en eau froide, eau profonde ou stressante (fort courant par exemple).
Il n'existe pas de limites officielles de profondeur ou de température pour les asthmatiques.

Il est important de toujours avoir un traitement d'urgence rapide d'accès sur le bateau.

Le tabagisme, actif ou passif, aggrave les symptômes et rend plus difficile le contrôle de l'asthme.

Il est important que les plongeurs asthmatiques aient une bonne condition physique.

Prise en charge de la crise selon les recommandations de la GINA (*Global Initiative for Asthma, Management and Prevention 2018*) :

- Prendre 4 à 10 bouffées de β2-mimétique d'action rapide, à renouveler toutes les 20 minutes jusqu'à amélioration de la crise.
- Si un kit d'oxygène est disponible dans le bateau : mise en place de l'oxygénothérapie pour obtenir une saturation cible entre 93-95%.
- En cas de crise sévère d'emblée ou absence d'amélioration au bout d'une heure : transfert au service d'urgence le plus proche.

Il est fortement déconseillé aux fumeurs de fumer dans les **12 heures précédant la plongée** et dans les **heures suivant la remontée** afin d'éviter la perte de chaleur par vasoconstriction périphérique, le risque d'accident de décompression par modification des capacités respiratoires, de barotraumatisme à la remontée et d'essoufflement voire d'intoxication au dioxyde de carbone, dues à l'augmentation des résistances respiratoires.
Il est même préférable de proposer aux plongeurs fumeurs un **sevrage tabagique** afin de limiter les risques d'accidents.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

2. COMPTE RENDU DE L'EXPERIENCE OFFICINALE

2.1.Regard critique sur les données obtenues :

Le questionnaire a été diffusé dans 3 clubs de plongée de la région marseillaise regroupant respectivement une quarantaine, environ 70 et presque 120 personnes. Pour recruter davantage de personnes, il a aussi été posté sur deux pages Facebook® dédiées aux accidents de plongée à laquelle 12 000 personnes étaient abonnées et à la plongée en général à laquelle 6 000 personnes étaient abonnées. Il n'est pas possible de savoir combien de personnes ont vu le test et ont décidé de ne pas y répondre car elles n'étaient pas concernées, ni combien de personnes étaient concernées mais n'ont pas pris le temps d'y répondre non plus. De plus, la population des pages Facebook® n'est pas forcément représentative de la population de plongeurs en France. Il est donc impossible d'estimer le pourcentage d'asthmatiques et de fumeurs au sein de la population des plongeurs grâce à ce questionnaire.

En plus du texte d'introduction permettant d'expliquer le but de ma démarche, les personnes avaient accès à une miniature du test sur laquelle nous pouvions lire le titre du questionnaire « Prise en charge à l'officine du plongeur asthmatique, du plongeur fumeur ou de l'asthmatique et du fumeur voulant pratiquer la plongée sous-marine ».

Le questionnaire a été laissé en ligne pendant 2 semaines.

La population touchée est plutôt restreinte car les 191 réponses récoltées ne peuvent pas être considérées comme un résultat significatif.

Les personnes ayant répondu au test ont pu ne pas être complètement sincères, mésestimer leurs capacités ou mal interpréter les questions ce qui peut être une importante source de biais. Les questions les plus critiques concernaient la symptomatologie. Les choix des termes employés permettaient de rester aussi précis et compréhensible que possible.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Les questions de libre expression étant souvent ignorées par les personnes interrogées, le test se présentait sous forme de QCM avec des zones d'ajouts possibles dans le cas où le répondant voulait préciser une information.

Afin de rendre le test applicable en officine, une affiche a été réalisée (*voir figure 55*). Elle est accolée à 3 présentoirs (1 comportant le test pour les asthmatiques, 1 celui pour les fumeurs et le dernier avec la fiche conseils) et une urne destinée à récolter les questionnaires remplis anonymement. Les patients auraient aussi la possibilité d'ajouter leur nom ou coordonnées et de prendre rendez-vous avec le pharmacien-expert afin de réaliser un entretien plus approfondi s'ils le désiraient.

2.2.Récapitulatif des patients ayant rempli le questionnaire

191 personnes ont rempli le test, dont 35,1% d'asthmatiques et 46,6% de fumeurs.

(Voir figure 56)

Parmi les 175 plongeurs ayant répondu au test :

- 47 étaient asthmatiques ou ont eu des antécédents d'asthme ;
- 69 étaient fumeurs actifs ou en sevrage récent (depuis moins d'un an) ;
- 10 étaient des fumeurs asthmatiques.

Les 49 autres étaient des plongeurs ayant simplement partagé leur avis sur la plongée.

16 personnes n'étaient pas des plongeurs mais étaient intéressées ou désiraient pratiquer la plongée et parmi eux, 6 étaient asthmatiques, 6 étaient fumeurs et 4 étaient des fumeurs asthmatiques.

Figure 55 : Présentoir pour la mise en place à l'officine du projet de sensibilisation

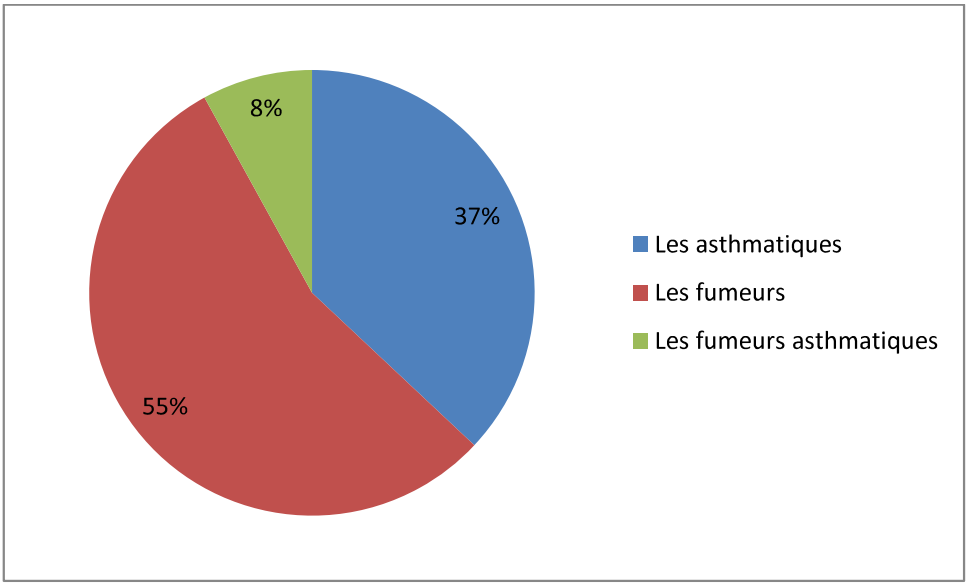


Figure 56 : Répartition des asthmatiques et des fumeurs au sein de la population de plongeurs étudiée

2.2.1. L'asthme chez le plongeur

2.2.1.1. La crise d'asthme

Sur les 67 asthmatiques interrogés :

- Presque 50% ont des crises induites par des allergies ;
- 34% ont un asthme à l'effort ;
- 15% ont des crises provoquées par le froid ;
- 6% pensent que leur dernière crise était induite par leur consommation tabagique ;
- 31% pensent que cette crise a été provoquée par un autre facteur (crise spontanée, d'origine inconnu, due à la fatigue ou au stress).

(Voir figure 57)

Pour rappel, la FFESSM considère que l'asthme à l'effort et les crises d'asthme provoquées par le froid sont des **contre-indications absolues** à la plongée. Cela montre une nouvelle fois que les plongeurs ne respectent pas ces recommandations.

Cependant, parmi ces plongeurs, 64% font partie des asthmatiques n'ayant pas eu de crise récente *(voir figure 58).*

- 85% des asthmatiques n'ont pas eu de crise depuis plus d'un mois, dont 52,2% depuis plusieurs années. Il s'agit généralement de personnes n'ayant pas ou peu de signes cliniques dans la vie de tous les jours mais qui considèrent que leur asthme est un frein dans leur activité physique ;
- 7,5% des asthmatiques interrogés ont eu une crise entre 1 semaine et 1 mois ;
- 6% des asthmatiques interrogés ont eu une crise entre 48h et 1 semaine ;
- 1 personne a eu une crise dans les 48h précédant le test.

Parmi les symptômes les plus souvent rapportés pendant la crise d'asthme, la toux est retrouvée (dans 49% des cas), de même que la respiration sifflante (dans 67% des cas), la gêne respiratoire modeste (dans 54% des cas) et la sensation d'oppression thoracique (dans 37% des cas). Certains asthmatiques ont ajouté la sensation d'étouffement (dans 3% des cas) et l'impossibilité de parler (dans 1,5% des cas).

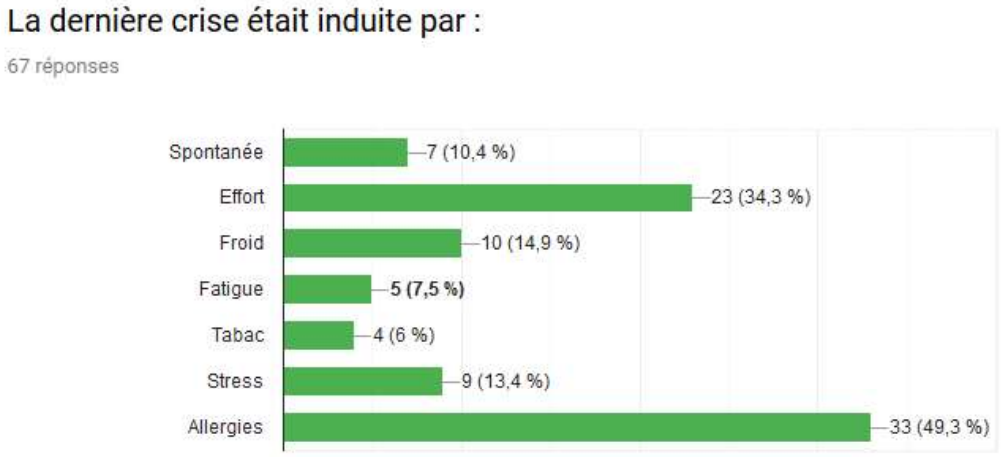


Figure 57 : Etiologie de la dernière crise

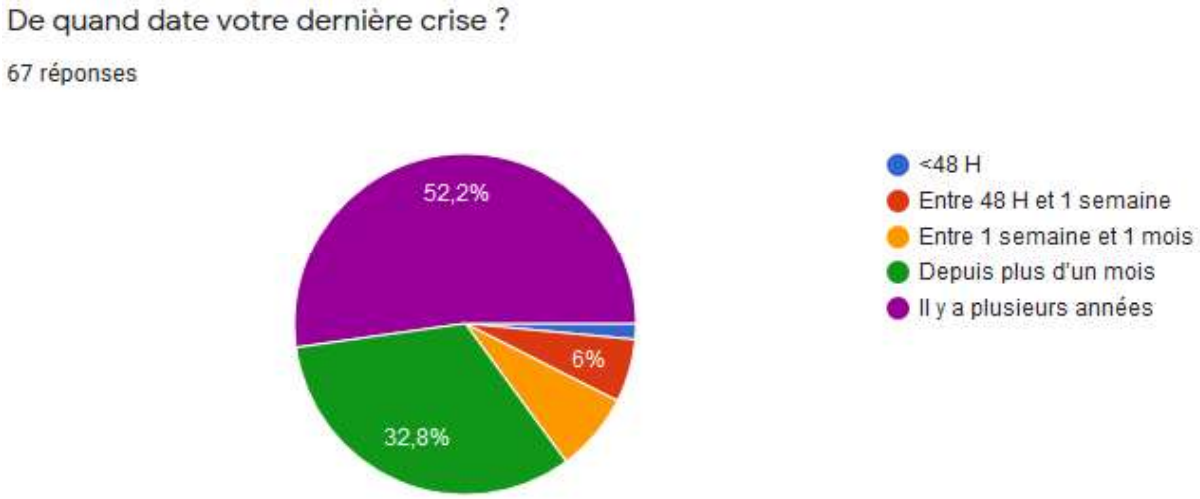


Figure 58 : Temps écoulé depuis la dernière crise d'asthme

Selon le tableau GINA, parmi les personnes ayant répondu au questionnaire :

- 52% ont un **asthme contrôlé** : c'est-à-dire qu'ils n'ont jamais répondu « oui » aux 5 questions du tableau ;
- 46% ont un **asthme partiellement contrôlé** : c'est-à-dire qu'ils ont répondu « oui » entre 1 et 3 fois ;
- 1 personne présente un **asthme non contrôlé** : c'est-à-dire qu'elle a répondu plus de 3 fois « oui ».

Il faudrait déconseiller vivement la plongée au patient ayant un asthme non contrôlé tant que son asthme est symptomatique. Après analyse du questionnaire, il s'agit d'un homme sportif, fumeur et asthmatique ayant eu une crise récente et semblant peu observant : Il arrête régulièrement son traitement lorsque les symptômes sont moins présents et oublie plusieurs fois par mois son traitement de fond de l'asthme. Cette personne ne connaissait pas son VEMS.

Parmi toutes les réponses obtenues, seule une personne connaissait son VEMS. En l'absence de cette donnée, 3 cas ont donc été considérés comme limite entre « asthme partiellement contrôlé » et « asthme non contrôlé » et méritent ainsi une attention particulière.
Il est recommandé de les orienter vers un professionnel de santé habilité à effectuer ce test. En prenant en compte cette nouvelle composante, il sera possible d'évaluer leur score. Il n'est tout de même pas conseillé pour eux de pratiquer la plongée, même si aucun de ces plongeurs n'a eu de problème jusqu'à présent, bien qu'ils plongent depuis plusieurs années dans ces conditions.

2.2.1.2. Les traitements de l'asthme

48% affirment prendre un traitement pour leur asthme dont 44% prennent uniquement un traitement de crise. Comme vu précédemment, la prise d'un traitement quotidien n'est plus un facteur déterminant de contre-indication absolue à la pratique de plongée.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

Parmi les 28 asthmatiques ayant répondu à la question concernant l'observance :

- 54% disent ne jamais oublier leur traitement ;
- 21% l'oublient plus d'une fois par semaine ;
- 14% l'oublient entre 1 fois par semaine et 1 fois par mois ;
- 11% l'oublient moins d'une fois par mois.

(Voir figure 59)

36% arrêtent leur traitement plus d'une fois par semaine en cas d'amélioration des symptômes et 40% disent ne jamais l'arrêter même lorsqu'ils se sentent mieux.

2.2.2. Le tabagisme chez le plongeur

Parmi les 90 répondants, 59,6% ont renseigné avoir plus de 40 ans et 70% sont des hommes.

2.2.2.1.Concernant la consommation tabagique :

22% des hommes fument moins de 30 cigarettes par mois soit moins de 20 paquets par an.
26% des femmes fument moins de 25 cigarettes par mois soit moins de 15 paquets par an.
Mais ces « petits fumeurs » ne présentent pas pour autant moins de symptômes que les personnes ayant une consommation plus importante.

2.2.2.2.Concernant les symptômes de la consommation tabagique :

43% des fumeurs interrogés disent ne ressentir aucun symptôme induit par leur tabagisme et 3 personnes ont précisé être actuellement en phase de sevrage tabagique.

- 23,5% des fumeurs déclarent tousser tous les jours, 21% présentent une toux spontanée et 21% une toux à l'effort ;
- 5,6% se déclarent essoufflés après un étage monté et 45,3% pensent être plus essoufflés que les personnes de leur âge ;
- 35% présentent un encombrement type crachats ou glaires ;
- 12,5% présentent une gêne respiratoire ;
- 10% présentent des épisodes bronchiques pendant 2 à 3 mois tous les ans.

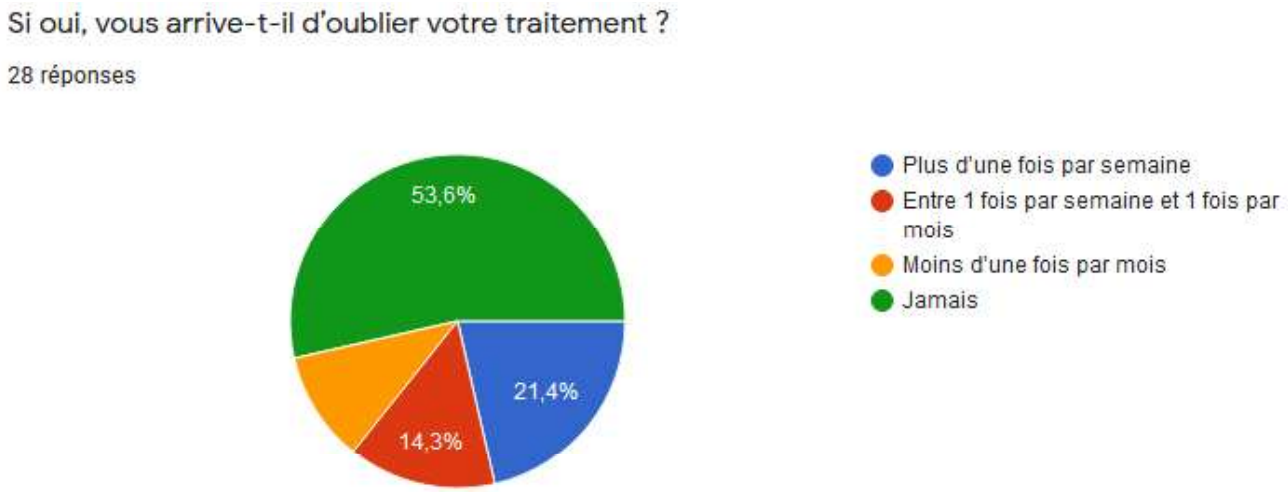


Figure 59 : Observance du traitement de fond de l'asthme

D'après ces données, 16 personnes devraient être orientées vers un médecin afin de faire un dépistage précoce de BPCO.

- 9 personnes ont plus de 40 ans ;
- 7 personnes présentent une toux spontanée ou à l'effort quotidienne ;
- 7 personnes ont des épisodes de bronchite durant 2 à 3 mois tous les ans ;
- 4 personnes sont essoufflées après un étage monté et doivent s'arrêter ;

Parmi les 16 personnes à risque, 9 personnes cumulent au moins 2 des facteurs de risque précédemment cités.

2.2.2.3. Concernant l'activité physique

(Voir figure 60)

21% des fumeurs interrogés déclarent ne pas pratiquer d'activité physique régulière.

33% en pratique une, une fois par semaine, 25% entre 2 et 3 fois par semaine et 21% plus de 3 fois par semaine.

2.3. Concernant le rendez-vous officinal

Les personnes interrogées ont répondu de manière anonyme au questionnaire et seules 10 personnes ont laissé leurs coordonnées pour un suivi plus approfondi ou un complément d'informations. Parmi ces personnes, seules 2 ont accepté de réaliser un réel entretien pharmaceutique.

La première personne, Mr Y, était un plongeur fumeur et asthmatique ayant été interpelé par le sujet du questionnaire et ayant voulu avoir plus de renseignements. Il s'est avéré que ses certificats médicaux étaient délivrés par son oncle (médecin généraliste) ou un ami de la famille (cardiologue), tous deux au courant de son asthme et de sa consommation tabagique. Ils ont réalisé les examens nécessaires à la délivrance du certificat mais ne l'ont pas informé des risques théoriques supplémentaires qu'il présentait par rapport à un plongeur classique.

A l'issu de l'entretien, il a précisé que, quels que soient les risques encourus, il ne renoncerait jamais à la plongée.

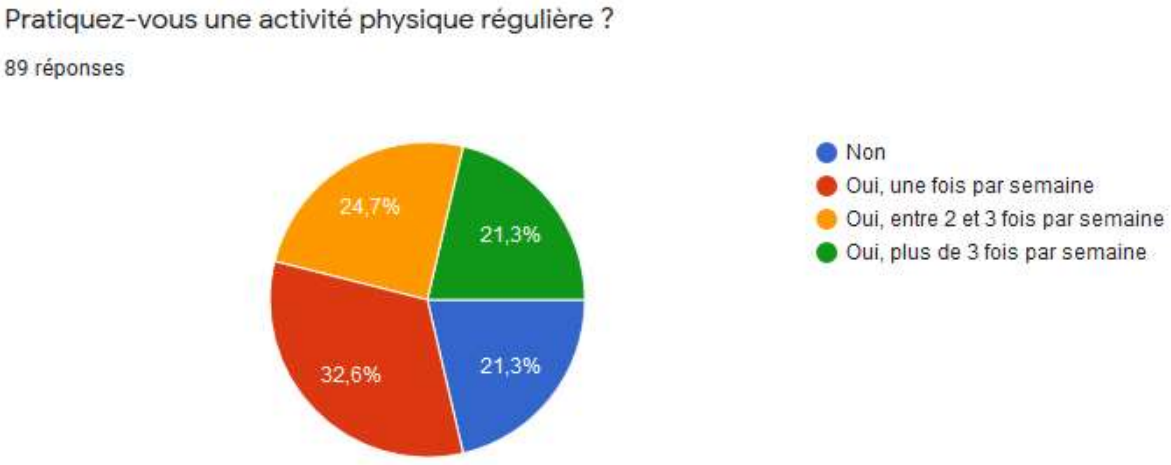


Figure 60 : Fréquence de l'activité physique chez les fumeurs interrogés

La deuxième personne, Mlle X, était une jeune fumeuse ayant toujours voulu pratiquer la plongée mais n'ayant fait qu'un baptême. Lors de son initiation, elle avait précisé qu'elle était fumeuse mais, n'étant pas sujette aux bronchites à répétition, le club dans lequel elle voulait effectuer son baptême a accepté de la faire plonger. Elle a cependant compris que le tabagisme pouvait être un frein à cette activité et a voulu savoir pourquoi.
Elle n'avait jamais dû faire de certificat médical, n'avait encore jamais pratiqué la plongée en club et n'était licenciée dans aucune des fédérations de plongée sous-marine.

L'entretien consiste principalement à informer autant que possible la personne en ciblant les informations à communiquer afin qu'elles soient adaptées à son cas mais sans l'effrayer.

Le déroulé de l'entretien :

- **Analyse du questionnaire rempli et anamnèse**

Dans un premier temps, le questionnaire a été analysé et des questions annexes ont été posées en fonction des pratiques et du terrain de la personne. Il s'agit surtout de mieux comprendre les conditions dans lesquelles le plongeur pratique cette activité, la perception qu'il a de sa pathologie et d'avoir des précisions sur ses antécédents médicaux (comorbidité, anciens traitements, décompensations…) et sur ses habitudes de vie (alimentation, activité sportive, éventuel surpoids…)

Mr Y présente un asthme allergique sans traitement de fond. D'après la classification GINA, malgré un VEMS non renseigné, son score n'est que de 1, témoignant d'un **asthme partiellement contrôlé**. Sa dernière crise, déclenchée par l'effort date de plus d'un mois. Il garde cependant toujours de la Ventoline® sur lui et ne plonge pas en cas d'instabilité de son asthme. Il sait anticiper ses crises et présente toujours les mêmes symptômes : en cas de crise, il commence par tousser puis présente une gêne respiratoire importante.

Agé de moins de 40 ans, il s'agit d'un gros fumeur (plus de 20 cigarettes industrielles par jour) mais il s'est récemment mis à la e-cigarette (dosée à 6mg) dans une optique de sevrage tabagique. Il n'est pas médicalement encadré et n'utilise aucun substitut nicotinique. Il se considère comme très fortement dépendant à la cigarette (score de 7 au test de Fagerstrom) mais cette dépendance lui donne la motivation pour arrêter de fumer. Il a déjà tenté un sevrage

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

il y a quelques années mais n'a tenu que quelques mois. Il est sujet aux bronchites chroniques mais replonge dans la semaine suivant la mise en place du traitement.

Bien qu'en état d'obésité modérée (IMC=31kg/m²), il s'agit d'un homme plutôt sportif (entre 2 et 3 entraînements cardio par semaine) ne présentant pas de comorbidités.

La plongée n'a pas eu d'effet sur ses symptômes, mais depuis qu'il est passé à la cigarette électronique, il se sent plus à l'aise concernant son souffle, ce qui lui permet de diminuer sa consommation d'air et de faire des plongées plus longues et plus profondes. Il est actuellement niveau 2. Il plonge à l'air ou au nitrox et effectue des plongées même en hiver.

A chaque fois qu'il effectue une plongée au sein d'un autre club, il répond qu'il n'est pas asthmatique et qu'il ne fait pas de bronchites à répétition alors que c'est le cas.

Concernant Mlle X, sa consommation moyenne est d'un paquet par semaine et elle ne présente pas de signes cliniques particuliers mis à part une susceptibilité aux pathologies respiratoires en hiver. Elle ne pratique aucune activité physique et elle travaille dans des bureaux. Malgré un IMC à 29 (en surcharge pondérale), elle ne se considère pas plus essoufflée que les personnes de son âge.

- **Informations concernant la plongée et les accidents de plongée**

Dans un deuxième temps, comme pendant un cours théorique de plongée, les différents effets de la plongée et les accidents ont été abordés et plus spécifiquement ceux auxquels les asthmatiques et fumeurs sont sujets. Le niveau d'explication dépend bien sûr du niveau de compréhension et de la curiosité du sujet.

Dans nos deux cas, un rapide rappel des accidents de décompression, des barotraumatismes et des intoxications aux gaz ont été abordés. Concernant Mr Y, l'accent a été mis sur les risques de crise d'asthme en profondeur et les efforts respiratoires supplémentaires à effectuer pendant la plongée.

Partie 3 : Conseil officinal associé à la prise en charge du plongeur atteint d'un trouble ventilatoire obstructif

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

- **Conseils adaptés**

Dans un troisième temps, il s'agissait de donner des conseils afin de limiter les pratiques à risques. La fiche conseil (*voir annexe 6*) réalisée permet de garder une trace des différentes conduites à tenir.

Un **accompagnement du sevrage tabagique** a été proposé aux deux sujets mais Mlle X a dit ne pas être intéressée par un arrêt du tabac pour l'instant. Elle considérait la cigarette comme un moyen de passer le temps, de profiter de l'extérieur et d'apprécier davantage ses pauses au travail et ne pensait pas avoir la motivation nécessaire pour arrêter.
Mr Y avait déjà commencé son sevrage mais sans accompagnement médicamenteux ou médical, et ne vivant pas en France pendant l'année, n'avait pas accès au remboursement des substituts nicotiniques. Il a cependant été intéressé par le site tabac-info-services.fr.

Afin de pouvoir optimiser les conditions de sécurité de cette pratique, Mlle X a voulu avoir des conseils hygiéno-diététiques afin d'**améliorer sa condition physique**. Son alimentation étant déjà plutôt équilibrée, les conseils se sont centrés sur la pratique d'une activité physique régulière. Elle a décidé, dans un premier temps, d'aller au travail en vélo plutôt qu'en voiture.

- **Place aux questions**

La quatrième et dernière partie laisse place aux éventuelles questions du sujet.
Mlle X a demandé les démarches à suivre concernant le certificat médical et s'il y avait un risque dans son cas que le médecin le lui refuse, s'avouant prête à mentir sur sa consommation en cas de risque de refus. Le respect de la « journée sans tabac » le jour de la plongée lui a semblé largement réalisable, son niveau de dépendance selon le test de Fagerstrom étant de 0.

Conclusion

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

CONCLUSION

Depuis 2012, l'asthme est une **contre-indication relative** à la pratique de la plongée sous-marine. C'est, dans un premier temps, au médecin du sport ou au médecin généraliste d'orienter le patient vers un pneumologue. Dans un second temps, c'est au pneumologue d'évaluer le degré de sévérité et de contrôle de l'asthme. La délivrance de CACI ou certificat de non contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine de loisir relève de sa responsabilité. Outre l'évaluation de la fonction respiratoire qui doit être annuelle, le professionnel de santé doit s'assurer que le plongeur ne court pas de risques supplémentaires d'avoir un accident au cours de la plongée.

Ce n'est pas le degré de sévérité de la pathologie sans traitement ni le nombre de lignes de traitement qui déterminent la possibilité ou non de plongée mais le niveau de contrôle de la pathologie c'est-à-dire, la capacité du sujet à être, sous traitement ou non, asymptomatique.

En théorie, par rapport au plongeur sans pathologie, le plongeur asthmatique peut être victime d'une crise d'asthme sous l'eau, ce qui peut lui être fatal. De par la modification de ses capacités respiratoires, il présente des risques supplémentaires de subir une surpression pulmonaire ; il majore son risque d'intoxication au CO2 par essoufflement et par augmentation des résistances respiratoires et présente une diminution globale de ses capacités physiques pouvant être un frein en cas de plongée difficile (fort courant…).

En pratique cependant, les nombreuses études concernant ces risques sont controversées. Bien que certaines démontrent une différence significative du taux d'accidents chez le sujet asthmatique par rapport au plongeur « sain », d'autres, affirment à l'inverse que le pourcentage d'accidents chez les plongeurs asthmatiques est identique à celui des plongeurs exempts de cette pathologie, toutes proportions gardées.

Le fumeur en général est un sujet à risque de développer une BPCO (Broncho-Pneumopathie Chronique Obstructive). Outre le risque de dégradation progressive et irréversible de la fonction respiratoire due à cette pathologie, le risque réside, chez le plongeur, dans l'effet

Conclusion

Rôle du pharmacien dans la prise en charge du patient ayant un trouble ventilatoire obstructif et pratiquant la plongée sportive en scaphandre autonome

immédiat de la nicotine. Le tabac, surtout lorsque la dernière exposition s'est produite dans les heures précédant ou suivant la plongée, aggrave le phénomène de désaturation tissulaire pouvant majorer le risque de maladie de décompression. De plus, la diminution de la capacité respiratoire favorise l'essoufflement et l'apparition du sentiment de fatigue du plongeur.

A long terme, le risque de « trapping gazeux » peut générer des barotraumatismes à la remontée, une intoxication au dioxyde de carbone par augmentation du volume mort lors du cycle respiratoire et une majoration du risque d'œdème pulmonaire d'immersion par perturbation des propriétés du surfactant pulmonaire.

Un sujet fumeur peut cependant plonger puisque seule la BPCO est une contre-indication à la pratique de la plongée. Les sujets fumeurs présentant des signes cliniques liés à leur exposition tabagique sont plus à risque que les plongeurs non-fumeurs et nécessitent une surveillance et une sensibilisation particulière. Ne pas fumer le jour de la plongée peut éventuellement être un compromis mais le sevrage tabagique reste, malgré tout, la démarche privilégiée à mettre en place.

Au comptoir, le pharmacien est le professionnel de santé le plus à même de repérer les personnes à risques et de les conseiller. De par sa disponibilité et sa capacité d'écoute, il peut facilement se renseigner quant aux habitudes de vie, au contrôle et à la gravité de la pathologie, aux traitements et aux comorbidités éventuelles du patient. Savoir orienter le patient vers les personnes adéquates afin de sécuriser au maximum son loisir, fait partie de ses missions.
Récemment, de nouvelles missions ont été accordées aux pharmaciens d'officine afin de sécuriser et personnaliser le parcours de soins des patients. Les entretiens pharmaceutiques concernant le suivi des personnes asthmatiques et l'aide au sevrage tabagique en font partie, ce qui est particulièrement intéressant dans ce cas.

Au cours de cette analyse, c'est la fonction respiratoire qui a été la plus étudiée. Cependant, cette problématique n'est pas forcément la seule contrainte imposée par la pratique de la plongée sous-marine. Il serait donc intéressant d'élargir le sujet à d'autres terrains favorables aux accidents ou contraignant la pratique de la plongée, tels que les pathologies cardiaques ou dermatologiques, par exemple.

Annexe 1 – Tables MN90

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
6m	15 min		1	A
	30 min		1	B
	45 min		1	C
	1h15		1	D
	1h45		1	E
	2h15		1	F
	3h00		1	G
	4h00		1	H
	5h15		1	I
	6h00		1	J
8m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	E
	1h30		1	F
	1h45		1	G
	2h15		1	H
	2h45		1	I
	3h15		1	J
	4h15		1	K
	5h00		1	L
	6h00		1	M
10m	15 min		1	B
	30 min		1	C
	45 min		1	D
	60 min		1	F
	1h15		1	G
	1h45		1	H
	2h00		1	I
	2h15		1	J
	2h45		1	K
	3h00		1	L
	4h00		1	M
	4h15		1	N
	5h15		1	O
	5h30		1	P
	6h00	1	2	P
12m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	B
	20 min		1	C
	25 min		1	C
	30 min		1	D
	35 min		1	D
	40 min		1	E
	45 min		1	E
	50 min		1	F
	55 min		1	F
	60 min		1	G
	1h05		1	G
	1h10		1	H
	1h15		1	H

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
12m	1h20		1	H
	1h25		1	I
	1h30		1	I
	1h35		1	J
	1h40		1	J
	1h45		1	J
	1h50		1	K
	1h55		1	K
	2h00		1	K
	2h10		1	L
	2h15		1	I
	2h20	2	4	L
	2h30	4	6	M
	2h40	6	8	M
	2h50	7	9	N
	3h00	9	11	N
	3h10	11	13	N
	3h20	13	15	O
	3h30	14	16	O
	3h40	15	17	O
	3h50	16	18	O
	4h00	17	19	O
	4h10	18	20	P
	4h15	19	21	P
	4h30	22	24	P
15m	5 min		1	A
	10 min		1	B
	15 min		1	C
	20 min		1	C
	25 min		1	D
	30 min		1	E
	35 min		1	E
	40 min		1	F
	45 min		1	G
	50 min		1	G
	55 min		1	H
	60 min		1	H
	1h05		1	I
	1h10		1	I
	1h15		1	J
	1h20	2	4	J
	1h25	4	6	K
	1h30	6	8	K
	1h35	8	10	L
	1h40	11	13	L
	1h45	13	15	L
	1h50	15	17	M
	1h55	17	19	M
	2h00	18	20	M
18m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	C
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F

Prof.	Durée	3 m	DTR	GPS
18m	35 min		2	F
	40 min		2	G
	45 min		2	H
	50 min		2	H
	55 min	1	3	I
	60 min	5	7	J
	1h05	8	10	J
	1h10	11	13	K
	1h15	14	16	K
	1h20	17	19	L
	1h25	21	23	I
	1h30	23	25	M
	1h35	26	28	M
	1h40	28	30	M
	1h45	31	33	N
	1h50	34	36	N
	1h55	36	38	N
	2h00	38	40	O
20m	5 min		2	B
	10 min		2	B
	15 min		2	D
	20 min		2	D
	25 min		2	E
	30 min		2	F
	35 min		2	G
	40 min		2	H
	45 min	1	3	I
	50 min	4	6	I
	55 min	9	11	J
	60 min	13	15	K
	1h05	16	18	K
	1h10	20	22	L
	1h15	24	26	L
	1h20	27	29	M
	1h25	30	32	M
	1h30	34	36	M
22m	5 min		2	B
	10 min		2	C
	15 min		2	D
	20 min		2	E
	25 min		2	F
	30 min		2	G
	35 min		2	H
	40 min	2	4	I
	45 min	7	9	I
	50 min	12	14	J
	55 min	16	18	K
	60 min	20	22	K
	1h05	25	27	L
	1h10	29	31	L
	1h15	33	35	M
	1h20	37	39	M
	1h25	41	43	N
	1h30	44	46	N

Prof.	Durée	6 m	3 m	DTR	GPS
25m	5 min			2	B
	10 min			2	C
	15 min			2	D
	20 min			2	E
	25 min		1	3	F
	30 min		2	4	H
	35 min		5	7	I
	40 min		10	12	J
	45 min		16	18	J
	50 min		21	23	K
	55 min		27	29	I
	60 min		32	34	L
	1h05		37	39	M
	1h10	1	41	45	M
	1h15	4	43	50	N
	1h20	7	45	55	N
	1h25	9	48	60	O
	1h30	11	50	61	O
28m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min			2	E
	20 min		1	4	F
	25 min		2	5	G
	30 min		6	9	H
	35 min		12	15	I
	40 min		19	22	J
	45 min		25	28	K
	50 min		32	35	L
	55 min	2	36	41	M
	60 min	4	40	47	M
	1h05	8	43	54	N
	1h10	11	46	60	N
	1h15	14	48	65	O
	1h20	17	50	70	O
	1h25	20	53	76	O
	1h30	23	56	82	P
30m	5 min			2	B
	10 min			2	D
	15 min		1	4	E
	20 min		2	5	F
	25 min		4	7	H
	30 min		9	12	I
	35 min		17	20	J
	40 min		24	27	K
	45 min	1	31	35	L
	50 min	3	36	42	M
	55 min	6	39	48	M
	60 min	10	43	56	N
	1h05	14	46	63	N
	1h10	17	48	68	O
32m	5 min			3	B
	10 min			3	D
	15 min		1	4	E

Tables FFESSM de plongée à l'air

Prof.	Durée	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
32m	20 min			3	6	G
	25 min			6	9	H
	30 min			14	17	I
	35 min			22	25	K
	40 min		1	29	33	K
	45 min		4	34	41	L
	50 min		7	39	49	M
	55 min		11	43	57	N
	60 min		15	46	64	N
	1 h 05		19	48	70	O
	1 h 10		23	50	76	O
35m	5 min				3	C
	10 min				3	D
	15 min			2	5	F
	20 min			5	8	H
	25 min			11	14	I
	30 min		1	20	24	J
	35 min		2	27	32	K
	40 min		5	34	42	L
	45 min		9	39	51	M
	50 min		14	43	60	N
	55 min		18	47	68	N
	60 min		22	50	75	O
	1 h 05	2	26	52	84	*
	1 h 10	4	28	57	93	*
38m	5 min				3	C
	10 min			1	4	E
	15 min			4	7	F
	20 min			8	11	H
	25 min		1	16	21	J
	30 min		3	24	31	K
	35 min		5	33	42	L
	40 min		10	38	52	M
	45 min		15	43	62	N
	50 min		20	47	71	N
	55 min	2	23	50	79	O
	60 min	5	27	53	89	P
	1 h 05	8	29	58	99	*
	1 h 10	11	31	62	108	*
40m	5 min				3	C
	10 min			2	5	E
	15 min			4	7	G
	20 min		1	9	14	H
	25 min		2	19	25	J
	30 min		4	28	36	K
	35 min		8	35	47	L
	40 min		13	40	57	M
	45 min	1	18	45	68	N
	50 min	2	23	48	77	O
	55 min	5	26	52	87	O
	60 min	8	29	57	98	P
	1 h 05	12	31	61	108	*
	1 h 10	15	33	66	118	*

Prof.	Durée	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
42m	5 min					3	C
	10 min				2	6	E
	15 min				5	9	G
	20 min			1	12	17	I
	25 min			3	22	29	J
	30 min			6	31	41	L
	35 min			11	37	52	M
	40 min		1	16	43	64	N
	45 min		3	21	47	75	*
	50 min		6	24	50	84	*
	55 min		8	29	55	96	*
	60 min		13	30	60	107	*
45m	5 min					3	C
	10 min				3	7	F
	15 min			1	6	11	H
	20 min			3	15	22	I
	25 min			5	25	34	K
	30 min			9	35	48	L
	35 min		1	15	40	60	M
	40 min		3	20	46	73	N
	45 min		6	24	50	84	*
	50 min		10	28	54	96	*
	55 min		14	30	60	108	*
	60 min	1	18	32	65	121	*
48m	5 min					4	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	7	13	H
	20 min			4	19	27	J
	25 min			7	30	41	K
	30 min		1	12	37	55	M
	35 min		3	18	44	70	N
	40 min		6	23	48	82	O
	45 min		10	27	53	95	*
	50 min	1	14	30	59	109	*
	55 min	2	18	32	64	121	*
	60 min	5	19	36	70	135	*
50m	5 min				1	5	D
	10 min				4	8	F
	15 min			2	9	15	H
	20 min			4	22	30	J
	25 min		1	8	32	46	L
	30 min		2	14	39	60	M
	35 min		5	20	45	75	N
	40 min		9	24	50	88	O
	45 min	1	12	29	55	102	*
	50 min	2	17	30	62	116	*
	55 min	5	19	34	67	130	*
52m	5 min				1	5	D
	10 min			1	4	10	F
	15 min			3	10	18	I
	20 min		1	5	23	34	K
	25 min		2	9	34	50	L

Prof.	Durée	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
52m	30 min			4	15	41	65	M
	35 min			6	22	47	80	O
	40 min		1	10	26	52	94	O
	45 min		2	15	29	59	110	*
	50 min		5	17	32	64	123	*
	55 min		8	19	36	71	139	*
55m	5 min					1	5	D
	10 min				1	5	11	G
	15 min				4	13	22	I
	20 min			1	6	27	39	K
	25 min			3	11	37	56	M
	30 min			6	18	44	73	N
	35 min		1	9	23	50	88	O
	40 min		3	12	29	55	104	P
	45 min		5	17	31	62	120	*
	50 min		8	19	35	69	136	*
	55 min		12	22	37	76	152	*
58m	5 min					2	7	D
	10 min				2	5	12	G
	15 min			1	4	16	26	J
	20 min			2	7	30	44	K
	25 min			4	13	40	62	M
	30 min		1	7	21	46	81	N
	35 min		2	11	26	52	97	O
	40 min		5	15	30	59	115	P
	45 min		8	18	33	66	131	*
	50 min	1	11	21	37	74	150	*
	55 min	3	14	23	39	83	168	*
60m	5 min					2	7	D
	10 min				2	6	13	G
	15 min			1	4	19	29	J
	20 min			3	8	32	48	L
	25 min			5	15	41	66	M
	30 min		1	8	22	48	85	O
	35 min		4	11	28	54	103	P
	40 min		6	17	30	62	121	P
	45 min	1	9	19	35	69	139	*
	50 min	2	13	22	37	78	158	*
	55 min	5	15	24	40	88	178	*
62m	5 min					2	7	*
	10 min				2	7	14	*
	15 min			1	5	21	33	*
65m	5 min					3	8	*
	10 min				3	8	16	*
	15 min			2	5	24	37	*

Tableau I : Evolution de l'azote résiduel entre deux plongées

Intervalles de surface

Groupe de plongée successive	15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 30	2 h	2 h 30	3 h	3 h 30	4 h	4 h 30	5 h	5 h 30	6 h	6 h 30	7 h	7 h 30	8 h	8 h 30	9 h	9 h 30	10 h	10 h 30	11 h	11 h 30	12 h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81												
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

Profondeur de la deuxième plongée

Azote résiduel	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
1,24	106	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
1,33	139	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	180	126	97	85	75	64	56	52	48	43	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24
1,45	196	135	104	90	80	68	59	55	51	46	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25

Tableau III : Diminution de l'azote résiduel par inhalation d'oxygène pur en surface

Groupe de plongée successive	Equivalent Azote résiduel	Durée de l'inhalation d'oxygène													
		15 min	30 min	45 min	1 h	1 h 15	1 h 30	1 h 45	2 h	2 h 15	2 h 30	2 h 45	3 h	3 h 15	3 h 30
A	0,84	0,80													
B	0,89	0,85	0,82	0,79											
C	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79										
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80									
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80								
F	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80							
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80						
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,80					
I	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,80				
J	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,81	0,79			
K	1,29	1,24	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80			
L	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,99	0,94	0,91	0,86	0,83	0,79		
M	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79	
N	1,42	1,36	1,30	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79
O	1,47	1,41	1,35	1,29	1,24	1,19	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,84	0,80
P	1,51	1,45	1,38	1,33	1,27	1,22	1,16	1,11	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82

Tableau IV : Durée de remontée jusqu'au premier palier plus temps interpaliers, en minutes

Profondeur du premier palier	Profondeur de remontée																								
	6 m	8 m	10 m	12 m	15 m	18 m	20 m	22 m	25 m	28 m	30 m	32 m	35 m	38 m	40 m	42 m	45 m	48 m	50 m	52 m	55 m	58 m	60 m	62 m	65 m
sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
3 m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
6 m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
9 m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
12 m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
15 m					3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Annexe 2 – Questionnaire d'aide à la visite médicale

Questionnaire médical préalable à la visite médicale d'absence de contre-indication à la pratique d'activités subaquatiques

Date : _____
NOM : _____ Prénom : _____
Date de naissance : _____Profession : _____
Comment vous sentez vous aujourd'hui ?

Avez-vous eu une perte de poids importante ces derniers mois ?

Activités physiques et subaquatiques :
Activité(s) subaquatique(s) pratiquée(s) ou en projet de pratique :

Date approximative des débuts de la pratique _____
Niveau de pratique : _____nombre de plongées au total : _____
Pratique : d'encadrement / d'enseignement : □ oui - □ non ; de compétition : □ oui - □ non
Pratique d'autres activités sportives : _____
Nombre d'heures d'activités physiques / sportives pratiquées par semaine : _____
Incidents ou accidents au cours de ces activités, y compris en plongée (préciser date et le type d'accident) :

Habitudes de vie :
Fumez-vous : □ oui - □ non si oui, nombre de cigarettes /jour : _____
Nature du produit fumé : _____
Avez-vous fumé : □ oui - □ non si oui, date d'arrêt : _____
Consommation de boissons alcoolisées : □ tous les jours : ____ verres/j - □ occasionnellement - □ jamais
Avez-vous été traité pour des problèmes d'alcool ces 5 dernières années ? □ oui - □ non
Autres toxiques consommés (y compris occasionnellement) :

Antécédents chirurgicaux / traumatiques :
Avez-vous déjà eu une ou des opération(s) :

cardiaque	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
thoracique	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
sphère ORL	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
ophtalmologique	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
digestive	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
voies urinaires	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
colonne vertébrale	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
cerveau	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
orthopédique	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :
autre	□ oui - □ non	si oui, date* et cause :

Autres traumatismes et fractures :
Avez-vous déjà eu un traumatisme crânien : □ oui - □ non ; si oui, précisez date* :_____
En dehors des opérations, avez-vous déjà été hospitalisé : □ oui - □ non
si oui, précisez date* et cause :

Antécédents médicaux :

Prenez-vous des médicaments tous les jours ou de façon régulière : □ oui - □ non
si oui, précisez lesquels :
Avez-vous des allergies : □ oui - □ non ; si oui, à quoi : _____
et quel type de manifestations :
Femmes : contraception : _____traitement de la ménopause : _____

Dans la famille (vos parents, oncles, tantes, frères et sœur) :
Problèmes cardio vasculaires : _____
Autres problèmes de santé particuliers (hémophilie, …) : _____
Mort subite précoce avant 50 ans (y compris nourrisson) : _____

**date approximative*

Commission Médicale et de Prévention Nationale de la FFESSM
www.ffessm.fr - http://medical.ffessm.fr

A l'effort et / ou dans l'eau, avez vous déjà ressenti :			
malaise ou perte de connaissance	□ oui - □ non	fatigue inhabituelle	□ oui - □ non
douleur thoracique	□ oui - □ non	trouble visuel ou impression de "trou noir"	□ oui - □ non
palpitations	□ oui - □ non	céphalées (maux de tête)	□ oui - □ non
essoufflement anormal	□ oui - □ non	vomissements ou douleurs abdominales	□ oui - □ non
respiration sifflante	□ oui - □ non	difficultés de récupération	□ oui - □ non
toux anormale	□ oui - □ non		

Avez-vous déjà présenté ou présentez-vous :

Malaise	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Perte de connaissance	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Crise d'épilepsie/ convulsion	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Prenez-vous ou avez-vous pris un traitement médical pour prévenir les convulsions ?		□ oui - □ non	si oui, date* :
Cancer	□ oui - □ non	si oui, type et date* :	
Bronchites >3/an	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Asthme	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Respiration sifflante	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Pneumothorax	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Crachat de sang	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Essoufflement anormal	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Autre pb respiratoire	□ oui - □ non	si oui, le(s)quel(s) :	
Douleur thoracique	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Hypertension artérielle, traitée ou non		□ oui - □ non	si oui, date* :
Infarctus / angine de poitrine	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Palpitations / troubles du rythme	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Notion de souffle cardiaque	□ oui - □ non	si oui, date* :	
AVC (attaque cérébrale) / AIT	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Autre problème cardio vasculaire	□ oui - □ non	si oui, le(s)quel(s) :	
Diabète	□ oui - □ non	si oui, type et date* :	
Phlébite / embolie	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Maladie du sang (hémophilie, saignements prolongés ou anormaux …)		□ oui - □ non	si oui, date* :
Otites / sinusites >3/an	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Vertige, problème d'équilibre	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Trouble de l'audition	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Autre pb ORL	□ oui - □ non	si oui, le(s)quel(s) :	
Port de lunettes et/ou lentilles	□ oui - □ non	si oui, vision :	□ de près - □ de loin
Autre pb ophtalmo	□ oui - □ non	si oui, le(s)quel(s) :	
Reflux gastro-oesophagien	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Ulcère gastro duodénal	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Autre problème digestif	□ oui - □ non	si oui, le(s)quel(s) :	
Problèmes récurrents de rachis / de dos		□ oui - □ non	si oui, date* :
Anxiété	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Dépression	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Attaque de panique	□ oui - □ non	si oui, date* :	
Autre affection psychiatrique	□ oui - □ non	si oui, la(es)quelle(s) :	
Grossesse en cours ou envisagée		□ oui - □ non	

Etes-vous suivi / avez-vous été suivi pour des problèmes de santé que je ne vous ai pas demandé : □ oui - □ non ; si oui, lesquels :

Je certifie que ces renseignements sont exacts et prends l'entière responsabilité d'une déclaration incomplète ou erronée

Date : _____ *Nom et signature du pratiquant ou du responsable légal si mineur :*

**date approximative*

Annexe 3 – Exemple de certificat d'absence de contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine

Certificat médical d'Absence de Contre-Indication à la pratique des activités subaquatiques

Je soussigné(e) Docteur, Exerçant à,

médecin O généraliste O du sport O fédéral n° :
O diplômé de médecine subaquatique O autre :

Certifie avoir examiné ce jour : **NOM :**

Né(e) le : **Prénom :**

et ne pas avoir constaté, sous réserve de l'exactitude de ses déclarations, de contre-indication cliniquement décelable à la pratique :

☐ **de l'ensemble des activités subaquatiques EN LOISIR**

Ou bien seulement (cocher) **:**
☐ DES ACTIVITÉS DE PLONGÉE EN SCAPHANDRE AUTONOME
☐ DES ACTIVITÉS EN APNÉE
☐ DES ACTIVITÉS DE NAGE AVEC ACCESSOIRES

de la ou des activité(s) suivante(s) EN COMPÉTITION (spécifier en toute lettre) **:**

avec un certificat nécessitant un médecin fédéral, du sport ou qualifié (cocher) **:**

☐ TRIMIX Hypoxique ☐ APNÉE en PROFONDEUR > 6 mètres en compétition
☐ Pratique HANDISUB ☐ Reprise de l'activité après accident de plongée

NOMBRE DE ☐ COCHÉE(S) (obligatoire) :

Remarque(s) et restriction(s) éventuelle(s) (en particulier pour l'encadrement en plongée subaquatique…) **:**

Un certificat est exigible toutes les 3 saisons (si renouvellement sans discontinuité de la licence) pour les disciplines : Nage avec Palmes, Nage en Eau Vive, Tir sur Cible, Hockey Subaquatique, Apnée jusqu'à 6 mètres. Pratique de l'activité jusqu'à expiration de la licence. **Un certificat est exigible tous les ans** pour la pratique de la Plongée Subaquatique (Plongée en Scaphandre en tous lieux et en Apnée au-delà de 6 mètres).
Sauf en cas de modification de l'état de santé ou d'accident de plongée, qui suspend la validité de ce certificat.
Il est remis en main propre à l'intéressé ou son représentant légal.

Pour consulter la liste des contre-indications à la pratique des activités subaquatiques fédérales et les préconisations de la FFESSM relatives à l'examen médical, disponibles sur le site de la Commission Médicale et de Prévention Nationale : http://medical.ffessm.fr

Fait à : **Signature et cachet :**

date :

Annexe 4 – Fiche d'examen médical d'absence de contre-indication

Fiche d'examen médical d'absence de contre-indication à la pratique d'activités subaquatiques

NOM: **Prénom:** **Age :**

Niveau de plongée / de pratique : Compétition : □ oui - □ non

Antécédents médicaux : Antécédents chirurgicaux :

Antécédents familiaux : Traitements en cours :

Allergies : □ oui - □ non

Plaintes ce jour : Symptomatologie d'effort :

Taille : **Poids :** **Croissance normale pour l'âge : □ oui - □ non**

Anomalies métaboliques : □ oui - □ non **Facteurs de risques CV :**

Auscultation cardiaque normale □ oui - □ non Auscultation pulmonaire normale □ oui - □ non

TA repos : Pouls périphériques □ oui - □ non Etat veineux normal : □ oui - □ non

FC repos : Souffle artériel □ oui - □ non

ECG : *recommandé lors de la 1ère visite, tous les 3 ans de 12 à 35 ans, à chaque visite après 35 ans et/ou selon signes d'appel*

rythme : FC : axe : PR :

aspect QRS : QT : QTc :

repolarisation : indice de Sokolow :

Bilan cardiologique spécialisé : □ oui - □ non
recommandé chez les sujets :
. présentant des facteurs de risque péjoratif :
les obèses (IMC > 30), les hypertendus et les diabétiques
. présentant l'association d'au moins 2 FR parmi :
- âge > 40 ans (hommes) ou 50 ans (femmes)
- tabagisme actif ou sevré depuis moins de 5 ans
- dyslipidémie (LDL cholestérol > 1,5 g/L
- hérédité cardiovasculaire chez un ascendant du premier degré

Bilan pneumologique spécialisé : □ oui - □ non
recommandé chez les sujets présentant des signes fonctionnels respiratoires,
en cas d'antécédent (notamment pour la plongée en scaphandre)

Anomalie(s) cardio respiratoire(s):

ORL otoscopie normale : □ oui - □ non Valsalva / équilibrage normal □ oui - □ non

audition normale □ oui - □ non équilibre normal □ oui - □ non anomalie :

Acuité visuelle : sans correction : œil droit : œil gauche :

avec correction : œil droit : œil gauche :

Appareil locomoteur normal mb inférieurs : □ oui - □ non mb supérieurs : □ oui - □ non

Rachis : □ oui - □ non *(en particulier jeunes, pratique NAP, hockey sub et orientation sub)*

Etat bucco-dentaire : □ bon - □ moyen - □ mauvais - □ prothèse

Psychisme normal □ oui - □ non Remarques :

Examen neurologique normal : □ oui - □ non

Etat cutané :

Autres :

Conclusion (et signature médecin) :

Examens complémentaires / avis spécialisés à prévoir :

Demande d'évaluation par médecin de plongée *(pour adaptation des conditions de pratique)* : □ oui - □ non

Contre-indication : □ oui - □ non si oui : CI □ temporaire - □ définitive

Restrictions : Justification, remarques :

Date de l'examen :

Annexe 5 – Questionnaire : Asthmatiques, fumeurs et plongeurs

« Je suis asthmatique »

Concernant la crise :

De quand date votre dernière crise ?	<48H ☐ Entre 48H et 1 semaine ☐ Entre 1 semaine et un mois ☐ Depuis plus d'un mois ☐ Depuis plusieurs années ☐
Cette dernière crise était-elle spontanée ou avez-vous remarqué des facteurs déclenchants ?	Spontanée ☐ Effort ☐ Froid ☐ Fatigue ☐ Tabagisme ☐ Stress ☐ Allergies ☐
Parmi ces symptômes, lesquels ressentez-vous lors de votre crise ?	Toux ☐ Sensation d'oppression thoracique ☐ Respiration sifflante ☐ Gêne respiratoire modeste ☐ Autres :

Concernant votre asthme :

	Oui	Non
Avez-vous plus de 2 crises par semaine en journée ?		
Avez-vous des crises pendant la nuit ?		
Avez-vous l'impression que votre asthme vous gêne pour vos activités physiques ?		
Utilisez-vous de la Ventoline®, Salbutamol ou Airomir® plus de 2 fois par semaine ?		
Test spirométrique : valeur de la VEMS*		

** Cette valeur est présente sur votre compte rendu d'EFR (voir avec le pharmacien) et elle doit être égale ou supérieure à 80%*

Concernant votre traitement :

Avez-vous un traitement quotidien pour votre asthme ?	Non ☐ Oui ☐
Prenez-vous un traitement de crise (Ventoline®, Salbutamol ou Airomir®) ?	Oui c'est mon seul traitement ☐ Oui, cela fait partie de mon traitement ☐
Vous arrive-t-il d'oublier de prendre votre traitement ?	Plus d'une fois par semaine ☐ Entre 1 fois par semaine et 1 fois par mois ☐ Moins d'une fois par mois ☐ Jamais ☐
Arrêtez-vous parfois votre traitement lorsque vous vous sentez mieux ?	Jamais ☐ Si oui : Plus d'une fois par semaine ☐ Entre 1 fois par semaine et 1 fois par mois ☐ Moins d'une fois par mois ☐

(La suite au dos)

Si vous avez déjà plongé, votre avis sur cette activité nous intéresse :

Pensez-vous que la plongée sous-marine soit une activité :	☐ Très agréable ☐ Plutôt agréable ☐ Peu agréable
Si vous êtes asthmatique, pensez-vous que la pratique de la plongée sous-marine a :	☐ Aggravé vos symptômes ☐ Amélioré vos symptômes ☐ N'as pas eu d'effet sur vos symptômes
Si vous êtes asthmatique, vous est-il déjà arrivé d'avoir une crise dans les 24h suivant la plongée ?	Oui ☐ Non ☐
Considérez-vous la plongée comme étant une activité : *(plusieurs réponses possibles)*	☐ Très sportive ☐ Fatigante ☐ Dangereuse ☐ Qui permet de s'évader ☐ Présentant trop de contraintes financières et matérielles ☐ Chronophage (temps de mise en place par rapport au temps réel de plongée)
Pensez-vous que les cours théoriques sont :	☐ Intéressants et permettent de mieux comprendre l'environnement marin, le côté législatif de la plongée et les règles de sécurité ☐ Utiles mais parfois trop complets par rapport aux situations ou besoins réels ☐ Ennuyeux et inutiles
Pensez-vous que la plongée sous-marine : *(plusieurs réponses possibles)*	☐ Vous a permis d'être plus informés sur la faune et la flore marine de votre région ☐ Vous a donné une ouverture d'esprit supplémentaire (voyages touristiques…) ☐ Vous a permis de rencontrer des personnes intéressantes
Conseilleriez-vous la plongée à vos amis ou à votre famille ?	☐ Oui ☐ Non

« Je suis fumeur »

Avez-vous plus de 40 ans ?	Oui ☐ Non ☐	
« Je suis un homme et je fume » : Plus de 30 cigarettes par mois ☐ Moins de 30 cigarettes par mois ☐	**« Je suis une femme et je fume » :** Plus de 25 cigarettes par mois ☐ Moins de 25 cigarettes par mois ☐	
Toussez-vous tous les jours ?	Oui ☐ Non ☐	
Après combien d'étages montés êtes-vous essoufflé€ ?	Au bout d'un étage ☐ Entre 2 et 3 étages ☐ Entre 4 et 5 étages ☐	
Pensez-vous être plus essoufflée que les personnes de votre âge ?	Oui ☐ Non ☐	
Pratiquez-vous une activité physique régulière ?	Non ☐ Oui, une fois par semaine ☐ Oui, 2 à 3 fois par semaine ☐ Oui, plus de 3 fois par semaine ☐	
Ressentez-vous un ou plusieurs des symptômes suivants ?	Toux spontanée ☐ Crachats ☐ Episodes de bronchites durant plus de 2-3 mois tous les ans ☐	Toux à l'effort ☐ Gêne respiratoire ☐

(La suite au dos)

Si vous avez déjà plongé, votre avis sur cette activité nous intéresse :

Pensez-vous que la plongée sous-marine soit une activité :	☐ Très agréable ☐ Plutôt agréable ☐ Peu agréable
Si vous êtes fumeur, pensez-vous que la pratique de la plongée sous-marine a :	☐ Aggravé vos symptômes ☐ Amélioré vos symptômes ☐ N'as pas eu d'effet sur vos symptômes
Considérez-vous la plongée comme étant une activité : *(plusieurs réponses possibles)*	☐ Très sportive ☐ Fatigante ☐ Dangereuse ☐ Qui permet de s'évader ☐ Présentant trop de contraintes financières et matérielles ☐ Chronophage (temps de mise en place par rapport au temps réel de plongée)
Pensez-vous que les cours théoriques sont :	☐ Intéressants et permettent de mieux comprendre l'environnement marin, le côté législatif de la plongée et les règles de sécurité ☐ Utiles mais parfois trop complets par rapport aux situations ou besoins réels ☐ Ennuyeux et inutiles
Pensez-vous que la plongée sous-marine : *(plusieurs réponses possibles)*	☐ Vous a permis d'être plus informés sur la faune et la flore marine de votre région ☐ Vous a donné une ouverture d'esprit supplémentaire (voyages touristiques…) ☐ Vous a permis de rencontrer des personnes intéressantes
Conseilleriez-vous la plongée à vos amis ou à votre famille ?	☐ Oui ☐ Non

Annexe 6 – Fiche conseils

Annexe 6 - Fiche Conseils

CONSEILS PLONGÉE

Bien s'**hydrater** *avant* et *après* la plongée

Ne pas se forcer à plonger :
> Pas de plongée en cas de fatigue, contrariété…

Temps de remontée
= 8 à 10m/min
+ vite :↑ formation des bulles pathogènes
- vite :↑ saturation des tissus en azote

LUTTER CONTRE LE FROID

EQUIPEMENT

- **Combinaison adaptée** à la plongée prévue et ajustée.

Pour les plongées en eaux très froides, utiliser une combinaison étanche ou semi-étanche

- Vérifier régulièrement l'intégrité de la combinaison (surtout au niveau des aisselles, entre-jambes, épaules…)
- Retourner les manchons pour ↑ imperméabilité.
- + Utiliser une **souris** ou **surveste**
- Utiliser une **cagoule**, des **gants** et des **chaussons**

40% de la perte de chaleur passe par la tête

ALIMENTATION

Sucres lents la *veille* et le *matin* de la plongée (*pâtes, riz, pain complet…*)

EN HIVER

- Limiter le **temps de plongée**
- **Préparer son équipement** avant de plonger pour limiter le temps passé dehors
- **Ne pas bouger les bras ou les doigts** pour se réchauffer car ↑ perte de chaleur et ↑ essoufflement
- En cas de sensation de froid, **remonter** de quelques mètres + **communiquer** ses sensations de froid avec sa palanquée voire arrêter la plongée

(!) Penser aux temps de paliers à la remontée

- **Retirer** son équipement en sortant de l'eau, **se sécher, se couvrir** avec des imperméables et des bonnets et boire une boisson chaude.

Le vent sur peau mouillée entraîne une perte de chaleur 30 fois supérieure à celle du vent sur peau sèche

POUR LES ASTHMATIQUES

- Si début de crise ressentie pendant la plongée, commencer une **remontée lente et contrôlée** en **forçant sur l'expiration** à chaque respiration + prendre un **bronchodilatateur d'action rapide** dès que possible.
- Renoncer à plonger en **période d'instabilité**, d'allergie, de symptômes mineurs

+ Attendre 7 jours après une crise d'asthme d'intensité modérée avant de replonger.

- Etre plus restrictif pour les **plongées délicates** (eau froide, profonde ou si fort courant…)

Il n'y a pas de limite officielle de profondeur ou de température pour les asthmatiques.

- Toujours avoir un **traitement d'urgence** rapide d'accès sur le bateau.
- Le **tabagisme**, actif ou passif, aggrave les symptômes et rend plus difficile le contrôle de l'asthme.
- Avoir une **bonne condition physique.**

EN CAS DE CRISE

- Prendre **4 à 10 bouffées** de Ventoline®/Airomir®/ Salbutamol

> A renouveler toutes les 20 minutes jusqu'à amélioration de la crise.

- **Oxygénothérapie** à 93 - 95% sur le bateau si possible avec saturomètre fiable
- Si crise sévère d'emblée ou absence d'amélioration au bout d'1h, transfert au **service d'urgence** le plus proche.

POUR LES FUMEURS

Ne pas fumer *avant* et *après* la plongée :
Effet vasoconstricteur de la nicotine qui ↑ perte de chaleur, ↑ viscosité du sang (bulles pathogènes) et entraîne des difficultés respiratoires
> **Sevrage tabagique** conseillé

SERMENT DE GALIEN

Je jure, en présence de mes maîtres de la Faculté, des conseillers de l'Ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

- *D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.*
- *D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.*
- *De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.*
- *En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.*

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre, méprisé de mes confrères, si j'y manque.