



Anatomie,  
physiologie, et  
physiopathologie du  
plongeur

Référentiel de  
préparation  
au MF2  
Théorie et pédagogie

Mémoire d'Instructeur National

Chantal MARGOUET  
Septembre 2022

# REMERCIEMENTS

---

A Laurent Marcoux et Jo Vrijens, mes parrains et amis avant tout. Je les remercie pour l'amitié qu'ils me témoignent au quotidien, pour leur soutien sans faille et leurs précieux conseils

A Jean-Pierre Vignocchi, qui partage ma passion et ma vie, pour sa confiance et pour son accompagnement. Il a grandement inspiré mes réflexions.

A Annie Lucek, Bernard Schittly et Arnaud Hueber, tous trois médecins et amis. Ils m'ont soutenue et conseillée depuis le début, depuis le moment où j'ai décidé de travailler mon mémoire d'instructeur régional dans cette matière.

A l'ensemble des plongeurs, moniteurs et instructeurs que j'ai côtoyés tout au long de ma vie de plongeuse et qui m'ont permis d'être là où j'en suis aujourd'hui.

Je dédie ce mémoire, à Laurent Cassier, parti bien trop tôt, qui m'a encouragée depuis ma préparation MF2 dans la vie fédérale.

# SOMMAIRE

---

<b>REMERCIEMENTS</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>4</b>
<b><u>PARTIE 1 : SE PREPARER AU MF2 – LES EPREUVES DE THEORIE ET DE PEDAGOGIE</u></b>	<b><u>5</u></b>
<b>1. PREAMBULE</b>	<b>6</b>
1.1. TRAVAILLER SES FORCES	6
1.2. TRAVAILLER SES FAIBLESSES	6
<b>2. L'EPREUVE THEORIQUE</b>	<b>7</b>
2.1. LE CONTENU DE L'EPREUVE	7
2.2. QUELQUES CONSEILS AUX STAGIAIRES	10
2.2.1. La phase préparatoire	10
2.2.2. Le jour de l'examen	14
2.3. LES IDEES PRECONÇUES	15
2.3.1. La narcose	15
2.3.2. L'hyperoxie	15
2.3.3. L'essoufflement	16
2.3.4. La surpression pulmonaire et la paraplégie	16
2.3.5. Les barotraumatismes de l'estomac et de l'intestin	16
2.3.6. L'accident immérité	16
2.3.7. La toxicité de l'azote	17
<b>3. L'EPREUVE DE PEDAGOGIE</b>	<b>18</b>
3.1. ANALYSER LE THEME	18
3.1.1. Transversalité ou pas	18
3.1.2. Logique prérogatives - compétences	19
3.1.3. Déterminer le contenu	19
3.1.4. Déterminer la manière	20
3.1.5. Evaluer le stagiaire pédagogique	20
3.2. PRESENTATION AU JURY	20
3.3. DEROULE DE LA SEANCE	21
3.3.1. L'exposé	21
3.3.2. Jeu de questions / réponses	22
<b><u>PARTIE 2 : ENSEIGNER L'ANATOMIE PHYSIOPATHOLOGIE DANS LE CURSUS FEDERAL</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b>1. DIDACTIQUE</b>	<b>24</b>
1.1. LES INCONTOURNABLES DANS L'ENSEIGNEMENT DE L'ANATOMIE – PHYSIOLOGIE	24
1.1.1. Anatomie	24

1.1.2. Physiologie	25
1.2. LES INCONTOURNABLES DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIOPATHOLOGIE	26
1.2.1. Prévention et conduite à tenir	26
1.2.2. Causes et facteurs favorisants	27
1.2.3. Symptômes et comportements observables	27
1.2.4. Traitement et mécanismes	28
1.3. EN SYNTHESE	29
<b>2. INTEGRATION DANS LE CURSUS</b>	<b>31</b>
2.1. FORMATIONS DE PLONGEURS	31
2.1.1. Formation de jeunes plongeurs	31
2.1.2. Formation de plongeurs N1	31
2.1.3. Formation de plongeurs N2	32
2.1.4. Formation de plongeurs N3	34
2.2. FORMATIONS DE CADRES	35
2.2.1. Formation de plongeurs GP-N4	35
2.2.2. Formation DP-N5	37
2.2.3. Formation Initiateur	37
2.2.4. Formation MF1	37
2.3. EN SYNTHESE	37
<b>CONCLUSION</b>	<b>39</b>

# INTRODUCTION

---

Lors de mon cursus d'instructeur régional, j'avais travaillé sur un référentiel théorique pour les stagiaires MF2 sur l'anatomie et la physiopathologie du plongeur. L'objectif de ce mémoire était d'apporter le contenu nécessaire à l'examen théorique en répondant principalement à deux questions :

- Où trouver l'information ?
- Quelle attente sur le contenu ?

J'avais essayé d'avoir une approche globale, couvrant l'ensemble des sujets d'anatomie-physiopathologie. Je m'étais appuyée sur l'ensemble des annales des 10 dernières années, j'avais essayé de couvrir la globalité des sujets en me rapprochant au plus près de ce qui était attendu en termes d'évaluation, ce référentiel étant amené à évoluer.

Un des fierts de ce mémoire est l'utilisation généralisée qu'en font aujourd'hui les plongeurs qui se préparent au MF2, mais aussi les plongeurs se préparant aux niveaux de GP-N4 ou de MF1. Et il m'est apparu important de le faire évoluer à la fois sur le contenu mais également en y ajoutant l'aspect pédagogique.

Mon mémoire porte donc sur un élargissement de ce référentiel, afin d'apporter des compléments d'informations aux stagiaires MF2 sur :

- La préparation à l'examen, que ce soit pour l'épreuve théorique ou l'épreuve de pédagogie. J'ai voulu apporter des éléments pratiques, des conseils aux stagiaires. C'est en quelque sorte une boîte à outils.
- L'enseignement de l'anatomie-physiopathologie dans le cursus fédéral. Je suis repartie sur quelques fondamentaux qu'il me paraissait important de préciser notamment en termes de bornage.

Le contenu théorique ne fait pas partie de ce mémoire. Je l'ai toutefois restructuré pour le rendre plus lisible et corrigé quelques erreurs remontées par des lecteurs avisés, médecins pour la plupart et spécialistes dans le domaine. Il vient compléter ce mémoire.

# PARTIE 1 : SE PREPARER AU MF2 – LES EPREUVES DE THEORIE ET DE PEDAGOGIE

# 1. PREAMBULE

---

Se présenter au MF2 demande un travail de longue haleine. Que ce soit sur le contenu théorique ou sur l'aspect pédagogique, l'ensemble des connaissances attendues est très important. Et il est utopique de se positionner sur le stage final et l'examen sans une préparation consciencieuse.

L'objectif de ce chapitre est de proposer un mini-guide de préparation, axé sur la thématique « anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur », mais transférable en grande partie aux autres matières.

L'idée dans cette introduction est de se poser les questions sur la méthodologie de travail : vaut-il mieux travailler ses forces ou ses faiblesses ? Les réflexions ci-après n'engagent que ma propre expérience mais permettront, je l'espère, d'aider les futurs MF2 à orienter leurs efforts.

## 1.1. Travailler ses forces

Travailler ses points forts est source de motivation. D'abord parce que cela donne une impression d'avancer face au volume de connaissances attendues, que cela donne un sentiment de confort et aussi parce qu'en général c'est que l'on aime bien faire. Travailler ses points forts contribue à l'estime de soi et automatiquement les résultats obtenus n'en sont que plus positifs et renforcent cette estime de soi.

Néanmoins si l'on se place dans le contexte de l'examen, même si l'énergie demandée pour travailler une force est bien moindre, progresser dans un domaine où l'on est déjà efficace ou en situation de maîtrise permettra de capitaliser sur les connaissances acquises pour atteindre un niveau d'excellence mais ne permettra pas, par exemple, de doubler une note.

## 1.2. Travailler ses faiblesses

Une des premières choses à faire est de prendre conscience de ses faiblesses. A partir du moment où l'apprentissage ou l'assimilation d'informations est lent, où l'on ne prend plus de plaisir à apprendre, où l'on perd confiance en soi (le fameux « je n'y arriverai jamais »), alors on est dans une situation qui nécessite une amélioration, une correction.

En situation d'examen, les faiblesses peuvent entraîner des conséquences définitives. Une note inférieure à 5 est éliminatoire. Il est donc très important de travailler ses faiblesses non seulement pour rentrer dans une dynamique de progression et d'amélioration mais aussi pour éviter une voie sans issue le jour de l'examen.

Attention toutefois aux sources de démotivation : s'il existe une faiblesse dans un domaine, même en travaillant dur, il sera difficile de gommer cette faiblesse au point de devenir très bon voire excellent sur le domaine. Atteindre un niveau « correct », permettant de répondre à la majorité des questions, est déjà une première étape à franchir.

Pour ces deux raisons, il faut s'inscrire dans une dynamique de progression visant à **maintenir ses points forts** et à **gommer au maximum ses points faibles**.

## 2. L'ÉPREUVE THÉORIQUE

---

L'épreuve théorique sur l'anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur au MF2 est une épreuve écrite d'une durée de 1h30. Cette épreuve fait partie du groupe 3 et est notée avec un coefficient 4. Elle permet de vérifier les connaissances du candidat MF2 entre autres sur :

- Les modifications physiologiques entraînées par l'immersion
- Les incidents et accidents autres que les ADD
- Les bases théoriques et pratiques de l'entraînement physique du plongeur

Comme pour l'ensemble des épreuves théoriques du MF2, il est attendu dans cette épreuve une réflexion transverse. Les connaissances du candidat en matière d'anatomie (que ce soient les acquis du GP-N4 ou des éléments complémentaires vus dans le cadre de la préparation au MF2) associées à la maîtrise des modifications physiologiques en milieu hyperbare doivent lui permettre de traiter une thématique de bout en bout.

### 2.1. Le contenu de l'épreuve

L'objectif de ce paragraphe est d'essayer d'apporter la vision la plus explicite possible sur les attendus de l'épreuve. Les thématiques abordées se retrouvent organisées de la même manière que pour le GP-N4 et se décomposent de la façon suivante dans le MFT :

#### **Ventilation et plongée :**

- Modifications de la ventilation en plongée
- Essoufflement en plongée : symptômes, mécanisme, facteurs favorisants, conduite à tenir et prévention
- Surpression pulmonaire : symptômes, mécanisme, facteurs favorisants et conduite à tenir
- Œdème pulmonaire d'immersion (OPI) : symptômes, mécanisme, facteurs favorisants et conduite à tenir
- Noyade : description des différents stades et conduite à tenir (niveau RIFAP)

Il est traité, dans cette thématique, de l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement de l'appareil ventilatoire et de la ventilation en plongée, les incidents et accidents associés. La connaissance anatomique et physiologique est réputée acquise en grande partie depuis le GP-N4 et doit, bien évidemment, être utilisée pour traiter l'ensemble des sujets de la thématique.

La formation GP-N4 intègre dans ce thème l'anatomie simple, la mécanique ventilatoire et les échanges gazeux alvéolo-capillaires. Le traitement de l'essoufflement et de l'OPI est abordé séparément dans le chapitre « Accidents et incidents en plongée ». Il n'est pas fait référence à des connaissances particulières sur la noyade dans le MFT.

#### **Circulation et plongée :**

- Trajet des bulles dans la circulation
- Shunts pulmonaires, Foramen Ovale Perméable (FOP)
- Effet « Blood shift »
- Diurèse d'immersion

Il est traité, dans cette thématique, de l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement de l'appareil circulatoire et de ses modifications en milieu hyperbare afin de permettre une analyse fine de leurs impacts sur les incidents et les accidents en plongée. La connaissance anatomique et physiologique, là aussi, est réputée acquise en grande partie depuis la formation GP-N4 et doit, bien évidemment, être utilisée pour traiter l'ensemble des sujets de la thématique.

La formation GP-N4 intègre dans cette partie l'anatomie simple, le cœur, la petite et la grande circulation, ainsi que le transport des gaz dans le sang. La modification de la circulation en immersion fait partie intégrante de la thématique.

### **Oreille et plongée :**

- Différentes manœuvres d'équilibrage des oreilles : mécanismes, conditions de réalisation, avantages et inconvénients
- Accidents barotraumatiques de l'oreille moyenne et de l'oreille interne : symptômes, mécanismes, facteurs favorisants, conduite à tenir et prévention
- Accident de désaturation de l'oreille interne
- Vertiges en plongée

Il est traité, dans cette thématique, de l'ensemble des connaissances sur le fonctionnement de l'oreille ainsi que sur l'accidentologie associée. On y retrouve notamment l'ensemble des impacts potentiels de la plongée sur l'oreille y compris l'accident de désaturation : une fois de plus il est attendu une approche transverse du candidat à partir d'une thématique donnée. Là aussi, la connaissance anatomique est réputée acquise en grande partie depuis le GP-N4 et doit, bien évidemment, être utilisée pour traiter l'ensemble des sujets.

La formation GP-N4 intègre dans ce thème l'anatomie simple ainsi que la connaissance des éléments touchant les fonctions de l'équilibre et de l'audition. Le traitement des barotraumatismes est abordé séparément dans le chapitre « Accidents et incidents en plongée ». Il en est de même pour l'accident de désaturation que l'on retrouve dans l'épreuve de « Décompression » au GP-N4.

### **Systeme nerveux et plongée :**

- Influence du système proprioceptif en plongée : notions succinctes
- Narcose : symptômes, description succincte des mécanismes (interaction des gaz inertes avec les neurotransmetteurs, rôle facilitateur du CO<sub>2</sub>, facteurs favorisants et prévention en tant qu'enseignant entre 40 et 60 mètres)

Cette thématique n'est plus abordée en tant que telle lors de la théorie GP-N4. En revanche il y est parfois fait référence mais en limitant l'information aux stricts besoins du thème abordé (exemple : les chémorécepteurs dans la régulation cardio-ventilatoire)

### **Accidents liés à la pratique de l'apnée :**

- Syncope hypoxique et perte de contrôle moteur (Samba) : mécanismes, facteurs favorisants, prévention et conduite à tenir

Cette thématique est bien abordée lors de la théorie GP-N4, mais de manière plus allégée. Au niveau GP-N4, il n'est pas attendu notamment la connaissance des mécanismes. Au MF2, elle doit bien évidemment être abordée en tenant compte des connaissances en anatomie et en physiologie qui permettra d'entrer plus précisément dans les mécanismes fins.

#### **Incidents liés au froid en plongée :**

- Mécanismes physiologiques de la thermorégulation : thermogénèse, perception du froid, centres nerveux, vasomotricité, effets sur la diurèse
- Accidents liés au froid : signes, symptômes, prévention et conduite à tenir

Un focus sera fait sur la partie physiologique, qui sera enrichie par rapport au GP-N4, par les connaissances du système nerveux et de l'influence de son fonctionnement sur la thermorégulation.

#### **Déshydratation en plongée :**

- Mécanismes, facteurs favorisants, prévention
- Implication dans la survenue de malaises et d'ADD

Cette thématique était déjà bien adressée au GP-N4. La manière de l'adresser au MF2 est directement liée à la survenue des incidents et à ses conséquences sur l'accidentologie.

#### **Entraînement physique en plongée :**

- Adaptation et régulation de la ventilation à l'effort : principes, chémorécepteurs, centres nerveux, effecteurs (les noms des voies nerveuses ne sont pas exigés)
- Filières énergétiques : description, relations avec les épreuves d'examen
- Planification de l'entraînement physique dans les différentes filières pour les différents niveaux de plongée et les épreuves d'examen GPN4 et MF2

Cette thématique n'est pas abordée lors de la théorie GP-N4.

En synthèse, réussir l'épreuve d'anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur, c'est maîtriser le contenu bien au-delà de ce qui a été vu au GP-N4, en développant systématiquement les mécanismes physiologiques. Il convient de bien appréhender le thème autour du système nerveux (qui intègre un certain nombre de connaissances non développées au GP-N4) car il va permettre de comprendre une bonne partie des impacts de la plongée sur notre organisme et sur la physiologie.

De même, tout ce qui touche à la préparation physique et à l'entraînement du plongeur devra être bien appréhendu. Il s'agit d'éléments nouveaux dans les connaissances acquises tout au long du cursus fédéral et pourtant indispensables au stagiaire MF2, à la fois pour sa propre préparation mais surtout pour celle des plongeurs qu'il va former (pratiquants ou cadres). Ce thème, qui constitue un élément important de la préparation physique du plongeur à quelque niveau que ce soit, est souvent mal travaillé par les candidats, car souvent perçu comme trop théorique et peu adapté à la pratique de la plongée loisir. C'est souvent une matière qu'ils découvrent au moment de la préparation du MF2.

## 2.2. Quelques conseils aux stagiaires

Une des difficultés réside dans la quantité de connaissances à acquérir. Il n'est pas question dans cette épreuve de faire passer un concours de médecine aux futurs MF2, mais bien d'apporter les éléments nécessaires à la bonne compréhension des impacts de la plongée sur l'organisme et des risques qui en découlent.

Contrairement aux différents niveaux de plongeurs, ce n'est pas tant pour la prévention des risques en plongée que l'acquisition du contenu théorique attendu est nécessaire (on peut considérer que la prévention est acquise depuis quelques niveaux déjà). Le MF2 doit maîtriser le contenu théorique à la fois pour les connaissances qu'il doit lui-même transmettre en tant que formateur de plongeurs, formateur de cadres et tuteur de stagiaires pédagogiques. Il doit le maîtriser pour être capable de mieux l'expliquer aux cadres qu'il va former.

### 2.2.1. La phase préparatoire

Un des éléments à garder en mémoire est qu'il n'est pas concevable d'approfondir les connaissances attendues au MF2 sans maîtriser parfaitement le contenu du GP-N4. La première étape devra donc consister à se replonger dans les cours. Le contenu du GP-N4 n'est qu'une base minimale à avoir. Il faut ensuite être curieux sans pour autant tomber dans l'excès.

Les éléments qui suivent viennent en complément des cours théoriques organisés par les différentes CTR.

#### a) Les annales :

Une base de travail consiste à reprendre les annales des précédentes sessions. Elles sont disponibles sur le site de la FFESSM : <https://plongee.ffessm.fr/moniteur-federal-2eme-degre>, et plus précisément sur le lien <https://omnispace.fr/ffessm-ctn/?ctrl=file>. Les annales disponibles sur le site présentent l'avantage d'être classées par matière, par date, par thème, etc.... Tous les tris sont possibles. On peut remercier Daniel Huron, Instructeur National, pour cette initiative qui facilite grandement la tâche des stagiaires.

Les quelques lignes ci-dessous valent bien évidemment pour l'utilisation des annales quelle que soit la matière.

Il s'agit là de faire et refaire les annales en allant enrichir les réponses contenues dans les référentiels de correction par les cours reçus, ouvrages publiés, articles, etc... **Attention à ne pas se décourager pour autant** : les premiers exercices peuvent sembler compliqués à appréhender, le contenu est loin d'être maîtrisé en début de préparation, les attendus peuvent ne pas être suffisamment bien perçus, surtout dans cette matière pour lesquels les référentiels de correction sont parfois longs.

Le deuxième écueil à éviter est de se mentir à soi-même. Travailler sur les annales implique une auto-évaluation parfois mal appréciée par le candidat lui-même, qui pourrait avoir tendance à se dire qu'il « maîtrise » le sujet dès la première tentative.

Le conseil que je pourrais donner serait de faire une première passe sur les annales autour d'une même thématique, en prenant le temps nécessaire pour répondre : par exemple, cela reviendrait à prendre tous les sujets autour de l'œdème pulmonaire d'immersion, de les traiter, puis de prendre une autre thématique, comme la surpression pulmonaire, quand les sujets autour de l'œdème sont complètement balayés. Cette première phase aurait pour objectif d'affiner le contenu par la répétition, de voir comment sont posées les différentes questions sur une même thématique et de prendre le temps d'assimiler les éléments de réponse attendus. Puis dans une deuxième phase, l'idée serait de prendre un sujet complet mais sans chronomètre. Enfin une fois l'ensemble des annales abordées, la troisième phase consisterait à prendre un sujet complet et le traiter dans le temps imparti.

Le travail sur les annales doit également s'effectuer dans les conditions réelles d'examen, j'entends par là par écrit. Une idée de réponse formulée dans la tête est souvent plus synthétique et plus facile à exprimer que par écrit. Par ailleurs, le facteur « temps » joue beaucoup moins à l'oral : au-delà du temps passé à écrire, le temps passé à formuler est plus long car il faut rendre compréhensible la lecture pour le correcteur du premier coup. Donc il faut faire attention à ne pas tomber dans le piège au moment de la préparation du « j'ai déjà répondu à cette question, j'aurais dit ça et ça dans les grandes lignes ».

Enfin concernant les annales, voici quelques recommandations complémentaires :

- Il peut y avoir des modifications dans le contenu au fil des années : donc il faut privilégier les annales plus récentes (celles qui ont moins de 10 ans). C'est moins le cas sur notre thématique mais cela peut exister
- Les annales peuvent contenir des erreurs : il ne faut pas se braquer sur une réponse qui ne correspond pas aux autres référentiels (ouvrages, cours, articles, ...). Il est toutefois judicieux de partager les réflexions avec d'autres stagiaires ou E4 pour mieux comprendre les écarts.
- Enfin comme dans toute préparation à un examen, il faut faire attention aux impasses. Ce n'est pas parce qu'un thème est sorti à plusieurs reprises dans les dernières annales, qu'il ne risquera pas de tomber sur la session pour laquelle le candidat se prépare.

Mais les annales ne doivent pas être la seule source de contenu à prendre en compte. Il convient de compléter le travail par la lecture d'ouvrages et d'articles ou par des cours en ligne sur internet (attention toutefois à la véracité de l'information que l'on trouve sur internet). Ces moyens sont fondamentaux pour approfondir les connaissances et pourront être complétés par un tuteur spécialisé dans le domaine

#### **b) Les ouvrages, mémoires et articles divers :**

Il existe beaucoup d'ouvrages et de travaux portant sur l'anatomie, la physiologie et la physiopathologie du plongeur. La complexité se trouve dans la difficulté à sélectionner les contenus utiles à l'appréhension des thématiques.

Je les ai classés en plusieurs catégories :

- les livres
- les articles
- les mémoires et publications diverses

### Les livres :

Il en existe beaucoup. J'en retiendrais 2 très complémentaires. L'un porte sur la totalité des thématiques abordées au MF2, l'autre est une véritable source d'enseignement pour tout ce qui touche à la préparation physique du plongeur.

- **Physiologie et médecine de la plongée de B. Broussolle et JL Méliet** : c'est un livre très complet. Il contient tout ce que l'on peut chercher comme informations autour de l'anatomie, de la physiologie et de la physiopathologie. Toutefois, il s'adresse plutôt à des médecins spécialisés en hyperbarie et non aux préparants MF2, avec un contenu qui commence à dater (2006 pour la dernière mise à jour). Ouvrir ce livre en début de cursus peut s'avérer décourageant. Je conseille vivement de l'utiliser sur une deuxième partie de formation. Le stagiaire MF2 doit avoir acquis les bases minimales avant de rentrer dans l'exploration de ce livre pour chercher des compléments sur certains sujets. Le travail de sélection que devra faire le futur MF2 est important s'il veut s'en tenir aux informations nécessaires à la pratique et à l'enseignement. On a vite fait de se noyer dans des détails de traitement qui, finalement, ne sont pas nécessaires.
- **Plongée - Préparation Physique de Pascale Estribeau** : cet ouvrage permet de comprendre les principes généraux d'entraînement en plongée depuis les premiers niveaux de plongeur jusqu'au MF2. Conçu pour faciliter la compréhension des concepts de l'entraînement, ce manuel pratique et concret est directement applicable sur le terrain par tout plongeur ou encadrant.

Il existe bien sûr d'autres livres très intéressants mais l'objectif pour moi était de se recentrer sur les ouvrages pouvant apporter l'ensemble des connaissances attendues sans acquérir systématiquement toute une bibliothèque. Je rajouterai toutefois 2 ouvrages supplémentaires qui peuvent venir compléter la sélection :

- **La plongée sous-marine à l'air de Philip Forster**, principalement pour la qualité des planches et schémas en couleurs qui rendent le livre agréable. Il va cependant un peu loin, comme par exemple dans le calcul des forces mises en jeu dans la ventilation.
- **Apnée – de l'initiation à la performance de Umberto Pelizzari et Stefano Tovaglieri**, qui contient des apports précis d'ordre physiologique mais également des éléments pédagogiques sur l'enseignement de l'apnée avec des séances types

### Les articles :

Une autre source d'informations très intéressante est le magazine Subaqua édité par la FFESSM. Il contient des dossiers spéciaux et/ou des articles écrits par la Commission Médicale et de Prévention Nationale.

Ces articles sont écrits par des médecins qui vulgarisent leurs compétences pour faciliter la compréhension de certains sujets complexes. Je citerais quelques articles à lire impérativement :

- **« L'accident de décompression en plongée subaquatique »** par le Dr Jean-Michel Pontier. Il se décompose en 3 dossiers : le premier dans le Subaqua N° 285 de juillet-août 2019

présente les mécanismes à l'origine d'un accident de désaturation. Le deuxième dans le Subaqua N° 286 de septembre-octobre 2019 détaille les mécanismes responsables de la maladie de décompression ainsi que les principes de prise en charge. Enfin le troisième dans le Subaqua N° 287 de novembre-décembre 2019 aborde toute la partie prise en charge en situation isolée et en l'absence de moyens hyperbares

- « **Plongée et poumons : les contraintes physiologiques** » par le Dr Jean-Michel Pontier dans le Subaqua N° 284 de mai-juin 2019. Cet article traite des conséquences du milieu hyperbare et de l'eau sur l'appareil ventilatoire
- « **Plongeurs, pourquoi s'hydrater ?** » par le Dr Thierry Krummel. Cet article dans le Subaqua N° 269 de novembre-décembre 2016 traite de l'importance de l'hydratation et de la conséquence de la déshydratation sur l'organisme en plongée
- « **Physiologie et plongée : les spécificités féminines** » par les Dr Anne Henckes et Lionel Dessolle. Cette article paru dans le Subaqua N° 265 de mars-avril 2016 porte sur les spécificités physiologiques féminines pouvant avoir une influence sur la pratique ou les risques de la plongée
- « **L'œdème pulmonaire en immersion** » par le Dr Anne Henckes. Cet article paru dans le Subaqua N° 224 de mai-juin 2009 présente les conditions de survenue, les facteurs favorisant et la conduite à tenir propre à cet accident

Il existe bien d'autres articles tous aussi intéressants. Ces articles sont disponibles sur le site de la FFESSM, dans la rubrique Subaqua : <http://subaqua.ffessm.fr/theme/medicale/>

#### Les mémoires et autres publications :

Enfin il existe un grand nombre d'études et de mémoires qui peuvent venir compléter la source de données. On arrive à les trouver sans trop de problème sur internet, ils sont souvent mis à disposition sur les sites des comités régionaux au niveau de la CTR, ou on les trouve même sur des espaces centralisés accessibles à tous.

Il y a tout d'abord l'espace dédié aux mémoires des Instructeurs Nationaux Fédéraux : [http://www.ffessm-in-memoires.fr/Les memoires des IN de la FFESSM/Bienvenue.html](http://www.ffessm-in-memoires.fr/Les_memoires_des_IN_de_la_FFESSM/Bienvenue.html). Les mémoires y sont classés par thématique. Attention toutefois, les mémoires n'ont pas été mis à jour depuis 2016.

J'ai découvert dernièrement une bibliothèque en ligne dédiée à la plongée en mode « wiki ». On y retrouve notamment les mémoires d'Instructeurs Nationaux et Régionaux, classés par année de sortie, auteur, domaine, etc... Tous n'y sont pas mais c'est un excellent moyen pour en retrouver un certain nombre plutôt que d'aller surfer sur les différents sites régionaux : <https://www.divelib.com/memoires-dinstructeurs-nationaux-et-regionaux>

Enfin, certaines thèses peuvent constituer un apport très intéressant. J'ai eu connaissance de la thèse en pharmacie de Laure Frappier, qui, à mon sens, explique de manière claire et synthétique

l'anatomie et la physiopathologie du plongeur. Sa thèse est disponible à l'adresse suivante : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01996820/document>

**c) Les cours en ligne et tutos sur internet :**

On trouve beaucoup de tutoriels, de e-learning sur internet. Il faut à ce titre faire attention à ne prendre pour argent comptant tout ce que l'on trouve et bien choisir les sites. Un site fait la différence, c'est celui du Comité Interrégional Bretagne Pays de Loire. Précurseur en la matière, le CIPBL propose des cours en ligne spécifiques au MF2 (mais pas que) sur l'ensemble de la théorie à appréhender.

Les vidéos durent en moyenne entre 10 et 30 minutes et sont classées par thématique. On y retrouve entre autres des cours sur la ventilation, la circulation, le système nerveux, les accidents d'apnée, l'œdème pulmonaire, les échanges gazeux, les vertiges en plongée, etc... Les cours sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.cibpl.fr/moncibpl/formations-en-ligne/>

L'intérêt de ces cours est qu'ils ont été donnés pour la plupart par des médecins fédéraux, spécialistes en médecine hyperbare, plongeurs et investis au sein de la Commission Médicale.

### 2.2.2. Le jour de l'examen

Il faut lire attentivement le sujet dans son intégralité avant d'engager la moindre réponse. Les sujets relatifs à l'épreuve d'anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur sont généralement composés de trois ou quatre questions maximum. A partir de là, l'une des techniques est de **commencer par les questions pour lesquelles le candidat se sent le plus à l'aise et de finir par les questions pour lesquelles le contenu est moins maîtrisé**. Cette méthode a la vertu de faire gagner du temps et des points en évitant les moments de panique pouvant mener au syndrome de la feuille blanche.

Concernant les questions, il faut bien lire les énoncés jusqu'au bout notamment avec les questions à tiroir ou qui contiennent plusieurs sous-questions. Une erreur classique est de mal positionner les éléments de réponse comme, par exemple, de répondre à la première sous-question en donnant des éléments attendus dans la deuxième. Cela complexifie la lecture de la réponse, au risque de faire perdre des points, cela fait surtout perdre un temps précieux quand il s'agit de recopier la réponse.

Les réponses attendues à chaque question doivent être claires et aller à l'essentiel. Broder ne sert à rien en dehors de complexifier la réponse et de la rendre incompréhensible.

Les schémas doivent être lisibles et correctement légendés quand ils sont demandés. Ils peuvent aussi être plus parlants que certaines explications écrites, donc il ne faut pas hésiter à les utiliser quand ils sont maîtrisés.

Plus généralement, il faut écrire clairement. On peut ne pas avoir une jolie écriture, il n'en reste pas moins qu'une copie aérée ne demandant pas une loupe pour être lue est beaucoup plus confortable à la fois pour le correcteur mais aussi pour le candidat notamment quand il s'agit de se relire pour voir si rien n'a été oublié.

Enfin, il faut éviter d'intégrer les éléments vus lors du stage final s'ils n'ont pas été assimilés. En effet, les éléments vus lors du stage final apportent certaines réponses restées en suspens auprès des stagiaires MF2, à la demande de ceux-ci. Il arrive que ces réponses n'éclaircissent pas le stagiaire en définitive et créent plus d'interrogations qu'autre chose, au risque d'être utilisées à mauvais escient le jour de l'examen. Dans ce cas, il vaut mieux ne pas les utiliser et rester sur ses acquis. Cela vaut également pour les échanges de dernière minute entre stagiaires qui, sur la base d'interprétations personnelles, peuvent générer beaucoup de confusion et de stress.

### 2.3. Les idées préconçues

L'objectif de cette partie est de corriger certaines erreurs que l'on voit trop souvent dans les contenus théoriques. On les corrige autant que faire se peut lors des stages en situation mais elles ont tendance à persister malgré tout. Leur mise en avant permettra peut-être de mettre un terme à ces « légendes urbaines ».

#### 2.3.1. La narcose

Pendant de nombreuses années, la théorie lipidique était l'hypothèse la plus répandue pour expliquer le mécanisme de la narcose. Cette théorie précise que la dissolution de l'azote se ferait entre les deux couches lipidiques composant la membrane des neurones, altérant les propriétés de la membrane et de ce fait la transmission de l'influx nerveux. Cette théorie comporte des zones d'incohérence et ne semble plus suffire à elle toute seule à la compréhension du mécanisme de la narcose.

La théorie retenue aujourd'hui est la théorie protéique, avancée dans les années 60/70, selon laquelle l'azote se lierait aux récepteurs de la membrane des neurones, aurait un effet de stimulation ou d'inhibition du mécanisme de la neurotransmission et modifierait le message transmis entre les neurones. Des expériences menées entre autres par le groupe de recherche sur l'action des gaz sur la neurotransmission de l'Université de Marseille dans les années 90/2000 vont dans le sens cette théorie.

#### Sources :

- *Intervention du Dr Anne Henckes, médecin hyperbare et Président de la Commission Médical et de Prévention Nationale* <https://www.cibpl.fr/seance/la-narcose/>
- *Mémoire d'Instructeur National de Jo Vrijens, instructeur national et Président de la Commission Technique Nationale de 2009 à 2017 : « Le cerveau sous pression »* [https://www.ffessm-corse.com/sites/default/files/document/le\\_cerveau\\_sous\\_pression.pdf](https://www.ffessm-corse.com/sites/default/files/document/le_cerveau_sous_pression.pdf)

#### 2.3.2. L'hyperoxie

Lors des crises d'hyperoxie (effet Paul Bert), les symptômes ont été souvent décrits en 3 phases :

- Une phase tonique de contractions généralisées associées à une apnée d'une durée de 30 secondes à 1 minute environ
- Une phase clonique avec des secousses brusques d'une durée de 2 à 3 minutes
- Une phase révolutive de retour à la conscience d'une durée de 10 minutes environ

L'observation par de nombreux plongeurs Tek ayant assisté à une crise hyperoxique chez leur binômes présente une symptomatologie différente. La crise classique décrite habituellement survient en caisson. Dans l'eau, on assiste à une perte de connaissance puis une phase tonique (avec une impossibilité de desserrer les mâchoires pour remettre l'embout en bouche) associée à une apnée. Les secousses sont rares et brèves. Elle se termine par une noyade.

### 2.3.3. L'essoufflement

On entend dire encore trop souvent que l'augmentation du taux de CO<sub>2</sub> dans l'organisme (et par conséquence l'essoufflement) est engendrée par l'augmentation de sa pression partielle avec la profondeur. Ceci est une erreur qu'il faut arrêter de véhiculer. La PpCO<sub>2</sub> alvéolaire varie très peu au cours du cycle respiratoire. Elle est plus élevée que la PpCO<sub>2</sub> dans l'air inspiré mais elle est bien moins importante que la tension de CO<sub>2</sub> présente dans le sang veineux. La production de CO<sub>2</sub> est endogène. Le CO<sub>2</sub> contenu dans le sang veineux est éliminé par diffusion selon le gradient du sang vers les alvéoles. Si la PpCO<sub>2</sub> alvéolaire augmentait avec la profondeur, cela rendrait tout simplement cette élimination impossible, la plongée ne pourrait pas avoir lieu.

### 2.3.4. La surpression pulmonaire et la paraplégie

Pendant longtemps, on nous a enseigné que les signes d'une paraplégie étaient impossibles en cas de surpression pulmonaire car la circulation médullaire n'était pas concernée. Cette théorie est fautive, une paraplégie peut être d'origine centrale, liée juste à un embole gazeux. Cette conséquence est rare mais toujours possible.

### 2.3.5. Les barotraumatismes de l'estomac et de l'intestin

Contrairement à ce qui a été enseigné pendant longtemps, le contenu gazeux de l'estomac ne va pas augmenter du fait de l'absorption de boissons gazeuses avant la plongée lors de la remontée. Ce « mythe » vient des inscriptions sur les tourelles de plongée à saturation « boissons gazeuses interdites ». Dans ce cas, le risque vient en effet de la consommation de boissons gazeuses à une pression ambiante importante, qui va diminuer au fur et à mesure de la décompression lorsque la tourelle « remonte » (en fait que la pression diminue), et faire grossir les bulles ingérées. Dans le cas d'absorption de boissons gazeuses avant la plongée, les bulles absorbées auront un volume de départ identique à celui de la fin de la plongée (la pression ambiante initiale départ étant la même que la pression ambiante finale). Donc le fait de boire des boissons gazeuses avant la plongée n'a pas d'influence sur l'apparition des troubles barotraumatiques de l'intestin.

Il en est de même pour les aliments à l'origine d'une fermentation liée à la digestion. Pour qu'ils soient responsables de la fameuse colique du scaphandrier, il faudrait que le processus de digestion se passe au fond de l'eau, autrement dit que la plongée dure plusieurs heures. C'est un accident qui est plus symptomatique des scaphandriers professionnels.

### 2.3.6. L'accident immérité

On entend régulièrement parler d'accident « immérité » dès lors qu'un ADD survient sans erreur de procédure (par exemple : ne pas faire un palier obligatoire) ou sans comportement proscrit (par exemple : prendre l'avion par exemple quelques heures après une plongée). L'accident immérité

n'existe pas. S'il n'est pas lié à une erreur de procédure, il est la plupart du temps issu d'une accumulation de facteurs favorisants (qu'ils soient comportementaux comme des efforts importants pendant une plongée, anatomiques comme le FOP, ou autre comme le stress ou la fatigue).

Il convient de parler plutôt d'accidents sans erreur de procédure. L'analyse de ce type d'accidents est capitale pour comprendre les facteurs déclenchants.

### 2.3.7. La toxicité de l'azote

Nous voici à la limite de la partie « Aspects théoriques de l'activité ». La notion de toxicité est en général liée aux pressions partielles des gaz et à Dalton. Toutefois, la toxicité de l'azote étant régulièrement traitée avec les accidents biochimiques, il me paraissait important de faire un aparté à ce sujet.

Si on devait définir ce qu'est la toxicité, c'est la capacité d'une substance à provoquer des effets néfastes pour la santé ou la survie de toute forme de vie. Une légende urbaine estime que l'azote est toxique à une PpN<sub>2</sub> de 5,6 bars. L'azote est un gaz inerte, constituant majeur de l'air, et **ne présente pas intrinsèquement de toxicité particulière**. Le seuil de toxicité n'existe donc pas en tant que tel. Chaque individu a sa propre sensibilité. Et quoi qu'il en soit, si le seuil de tolérance est dépassé, il n'y a pas d'effets néfastes pour la santé en dehors du risque lié à la profondeur et à la potentielle perte de contrôle.

Le seuil de « toxicité » le PpN<sub>2</sub> a longtemps été positionné à tort à 5,6 bars, et a eu pour effet de trouver une justification à la limite réglementaire de la plongée à l'air à 60 mètres. L'azote n'a rien à voir avec cette limite légale de pratique.

La plongée à l'air était limitée à 60 mètres. Lorsque le législateur s'est penché sur la réglementation de la plongée aux mélanges, étant donné que les proportions de gaz sont modifiées dans les mélanges utilisés et surtout variables suivant le mélange fabriqué, il a reflété la limite des 60 mètres à l'air en la « traduisant » par 5,6 bars de PpN<sub>2</sub>. Cette limite a brièvement été reportée dans l'arrêté sur la plongée aux mélanges « loisir » au début des années 2000 avant d'être définitivement abandonnée. A priori plus aucun texte n'y fait référence, en tout cas pas le Code du Sport.

## 3. L'ÉPREUVE DE PÉDAGOGIE

---

L'anatomie, physiologie, physiopathologie du plongeur se retrouve également dans l'épreuve de pédagogie théorique. Cette épreuve se déroule avec une préparation de 30 minutes et une restitution comprenant les questions / réponses avec le jury d'une durée de 30 minutes également.

Là aussi, les éléments qui suivent peuvent s'appliquer en grande partie à l'ensemble des sujets à traiter en pédagogie théorique (physique, décompression, ...).

### 3.1. Analyser le thème

La phase préparatoire est la phase clé. Il convient de bien lire le sujet pour voir dans quel contexte il est positionné avant de commencer à le traiter.

La phase préparatoire doit permettre de poser l'ensemble des points à aborder de manière synthétique. Si le contenu au premier degré fait défaut, il est malheureusement trop tard. Il faut profiter de ces 30 minutes pour structurer la présentation et noter les points de contenu qui posent quelques difficultés s'il y en a.

Peu importe la trame ou les moyens utilisés pour conduire la séance, l'idée ici est de mettre en avant un certain nombre d'éléments clés à présenter.

Un fois le sujet lu et le contexte défini, le candidat doit impérativement préciser la situation de son stagiaire pédagogique dans sa formation (si elle n'est pas imposée par le sujet) et bien sûr définir le ou les objectifs qu'il fixe à son stagiaire MF1 et ceux qu'il se fixe en tant que MF2. Si ces deux éléments ne sont pas définis dès le début, il ne sert à rien de continuer l'analyse du sujet.

#### 3.1.1. Transversalité ou pas

En fonction de la manière dont ils sont formulés, les sujets permettent d'aborder la séance de deux manières :

- Soit de façon **transverse** : le raisonnement doit être global. Pour traiter ce type de sujet, il convient de déterminer de façon très précise les besoins **par niveau** de plongeur : cela revient à travailler en différentiel, par niveau, sur les compétences attendues en fonction des prérogatives de chaque niveau. C'est par exemple le cas du sujet suivant : « Donnez à un stagiaire MF1 les éléments qui lui permettront de concevoir et réaliser l'enseignement les accidents de décompression aux différents niveaux de plongeurs ». Ce type de sujet est un excellent moyen de travailler le bornage.
- Soit de façon **non transverse** : cela signifie que le raisonnement se fait sur un niveau précis donné par le sujet. Là aussi, pour traiter ce type de sujet, il convient de déterminer de façon très précise les besoins **au niveau donné** : il faut travailler sur les compétences attendues en fonction des prérogatives du niveau précisé dans le sujet. C'est par exemple le cas du sujet suivant : « Donnez à un stagiaire MF1 les éléments qui lui permettront de concevoir

et réaliser l'enseignement des accidents barotraumatiques pour des plongeurs en formation N2 ».

Si la notion de transversalité apparaît, elle est clairement précisée dans le sujet. En situant le niveau traité, on répond à la question : « A QUI mon stagiaire pédagogique doit-il faire ce cours ? ».

### 3.1.2. Logique prérogatives - compétences

Quelle que soit la manière de traiter le sujet (transverse ou non), il est important de s'inscrire dans l'application de la logique « prérogatives – compétences ».

En mettant en lien les compétences à acquérir avec les prérogatives des plongeurs, on travaille sur la justification de la séance par rapport aux prérogatives. Cela revient à répondre à la question : « POURQUOI mon stagiaire pédagogique doit-il faire acquérir cette compétence à son plongeur ? ».

Attention à ne pas tomber dans le piège du : « qui peut le plus peut le moins ». On attend une réflexion adaptée aux prérogatives du niveau : ni trop, ni trop peu.

### 3.1.3. Déterminer le contenu

Cela revient à répondre au « QUOI », c'est-à-dire « que doit enseigner mon stagiaire pédagogique à son plongeur ? » en conséquence du « POURQUOI ».

C'est le contenu de la séance en elle-même avec des éléments à faire apparaître comme :

- **Les points clés** : ce sont les points d'enseignement qu'il est indispensable de faire acquérir au plongeur et qui découlent de l'application de la logique prérogatives – compétences.
- **Les points « durs »** : ce sont les difficultés prévisibles car fréquemment rencontrées. Elles peuvent être soit rencontrées par le plongeur en formation, soit par le stagiaire MF1 lui-même dans l'enseignement qu'il va en faire.

Attention à ne pas confondre « points importants » et « points durs » : ce n'est pas parce qu'il est capital d'enseigner tel ou tel point qu'il est difficile à enseigner ou à comprendre.

Cette phase doit être adossée au « QUAND » en s'inscrivant dans l'application de la logique **Prérequis / Acquis**. C'est-à-dire que le stagiaire pédagogique doit pouvoir positionner ce contenu dans le cursus de son plongeur en mettant bien en avant les prérequis nécessaires à la mise en place de sa séance.

Attention à ne pas confondre « Prérequis » et « Préalable » :

- Un « **préalable** » est un élément (voire un cours entier) qui a été vu avant le cours donné par choix pédagogique mais non obligatoire (il n'est pas forcément acquis mais il a été vu dans le cursus).
- Un « **prérequis** » est un élément (ou un cours) indispensable à la bonne compréhension du cours donné : il doit permettre de répondre NON à la question « si je n'ai pas vu ce cours avant, est-ce que je peux faire mon cours aujourd'hui ». Prenons un exemple : le cours sur l'appareil circulatoire est un prérequis au cours sur les échanges gazeux alors que l'oreille peut-être un préalable.

### 3.1.4. Déterminer la manière

Cela revient à répondre au « COMMENT », c'est-à-dire « comment mon stagiaire pédagogique va-t-il enseigner ce cours à son plongeur ? Comment va-t-il organiser sa séance ? ». C'est typiquement dans cette partie que des éléments de pédagogie au premier degré doivent être positionnés.

On doit y retrouver tout un ensemble d'éléments comme :

- Des outils ou éléments permettant au stagiaire pédagogique de construire un plan
- Des outils et moyens pédagogiques utilisés par le stagiaire
- Des moyens pour contourner les points durs (avec les outils, méthodes pédagogiques, ... Dans l'idéal, il faut s'attacher à présenter diverses façons de faire, chacune avec ses avantages et ses inconvénients, afin de laisser le choix au stagiaire pédagogique)
- La progression
- L'évaluation (à la fois sur ce qu'il s'agit d'évaluer et dans la forme) : il s'agit là de faire travailler le stagiaire pédagogique sur les éléments qui lui permettront de s'assurer de la bonne compréhension de ses élèves en cours.

Dans cette partie, il peut être inclus le « comment » d'un point de vue logistique, à savoir l'endroit où le stagiaire va conduire sa séance avec les moyens pédagogiques qu'il va utiliser en fonction du lieu et des éventuelles contraintes qu'il va rencontrer.

### 3.1.5. Evaluer le stagiaire pédagogique

Il est important de faire ressortir les moyens que le MF2 se donne pour évaluer l'atteinte des objectifs qu'il s'est fixés pour son stagiaire pédagogique. Une des façons de faire est de demander au stagiaire d'utiliser certains éléments et méthodologie abordés au cours de la séance pour construire une autre séance en transversalité sur un thème différent.

Elle a un double objectif :

- Elle permet de vérifier que le stagiaire pédagogique a bien compris et assimilé les compétences travaillées lors de sa séance
- Elle permet de démontrer que la méthode d'apprentissage et les outils utilisés sont répliquables dans d'autres séances

## 3.2. Présentation au jury

Avant tout chose, elle n'est pas obligatoire.

Néanmoins, même si elle n'est pas obligatoire, elle est très importante car en quelques minutes elle fixe le cadre de la séance. Elle fait écho aux premières minutes de l'analyse du thème pendant la phase préparatoire.

Une bonne présentation permet au jury de voir rapidement comment le stagiaire MF2 va appréhender le sujet. En parallèle, elle devient une véritable aide pour le stagiaire MF2 qui s'oblige à structurer son approche pédagogique. On attend de cette présentation quelques

incontournables comme : une synthèse du sujet, tout ce qui touche le positionnement du stagiaire MF1 ainsi que l'objectif du MF2 et celui de son stagiaire pédagogique.

Je conseille non seulement de la faire, mais surtout de la soigner en faisant apparaître des items incontournables :

- **L'énoncé du sujet**
- **La situation du stagiaire dans sa progression.** A ce sujet, il faut faire attention à bien préciser les éléments. On entend trop souvent : « mon stagiaire est en début, milieu ou fin de formation ». D'accord, mais tout ceci est très subjectif. Il faut essayer de rentrer un peu plus dans les détails : « il vient de finir son stage initial, il commence son stage en situation, ... ». On peut élargir la situation en positionnant les acquis du stagiaire depuis le début de sa formation : « Il a déjà fait ci ou ça... », ce qui lui a permis de travailler telle ou telle compétence pédagogique. Ces acquis vont devenir les prérequis lui permettant de construire sa séance.
- **L'objectif du stagiaire MF2.** Il doit clairement permettre de préciser 2 choses :
  - « A la fin de mon intervention, je veux que mon stagiaire soit capable de ... ». On y retrouve plus ou moins le sujet tiré.
  - « Pour cela, il a besoin de mettre en œuvre les compétences pédagogiques suivantes : X..., Y..., ... »

Ces compétences ont été enseignées au cours de son stage initial et éventuellement déjà abordées depuis, lors du stage en situation. Elles sont donc plus ou moins acquises en fonction de sa situation personnelle. L'acquisition de ces compétences va déterminer les objectifs intermédiaires à atteindre.

Attention toutefois à ne pas prendre trop de temps : une présentation jury doit prendre au maximum deux minutes pour plusieurs raisons : d'abord parce que cela fait perdre aux candidats un temps précieux dans le déroulé de leur séance, ensuite parce qu'il y a des chances que les éléments précisés en présentation jury soient redondants avec ce qui sera présenté dans la séance au du stagiaire MF1.

### 3.3. Déroulé de la séance

#### 3.3.1. L'exposé

Il s'agit de mettre en scène l'ensemble des éléments analysés et posés dans la phase de préparation. Le candidat MF2 joue un jeu de rôle.

Pendant cette phase, il peut être amené à interagir avec le jury. Il n'y a pas là non plus d'obligation sur ce point. Et la réponse du jury peut être réelle ou absente. Dans le cas où le jury répond directement au candidat, il ne faut que celui-ci soit déstabilisé si la réponse à la question n'est pas celle qu'il attendait.

Si le jury ne répond pas, le candidat peut alors « simuler » cette réponse comme si elle avait été apportée par le jury. Attention là aussi à ne pas être déstabilisé en cas de non-réponse.

L'exposé de la séance dure 30 minutes, incluant la présentation au jury et le jeu de questions / réponses. Le temps passe très vite, il faut donc aller à l'essentiel et ne pas se perdre dans les détails.

### 3.3.2. Jeu de questions / réponses

Lors de l'examen, une série de questions / réponses avec le jury peut conclure l'épreuve. Elle n'est pas systématique. L'objectif de ces questions n'est pas de tendre un piège aux candidats ni de chercher la petite bête.

Elles servent principalement à faire la lumière sur un élément mal compris ou nécessitant plus de précisions. Elles peuvent également servir à revenir sur une erreur ou au contraire pallier un oubli.

Elles servent aussi à tirer vers le haut une bonne présentation pour savoir jusqu'où le candidat peut aller.

Le fait qu'il y ait des questions ou pas ne laisse rien présager quant à la qualité de la prestation : ce n'est pas parce qu'il y a très peu de questions que le candidat a réalisé une mauvaise prestation et vice versa.

# PARTIE 2 : ENSEIGNER L'ANATOMIE PHYSIOPATHOLOGIE DANS LE CURSUS FEDERAL

# 1. DIDACTIQUE

---

Avant toute chose, il est important de bien positionner la différence entre anatomie, physiologie et physiopathologie :

- L'**anatomie** est la description du corps, de ses organes et des relations qu'ils ont les uns avec les autres.
- La **physiologie** est l'étude du fonctionnement du corps et de ses organes, c'est-à-dire de la façon dont ceux-ci jouent leur rôle et participent au maintien de la vie.
- La **physiopathologie** est la discipline qui étudie les dérèglements du mode de fonctionnement normal du corps et des organes

Dans ce chapitre, je vais m'attacher à mettre en avant des éléments importants à prendre en compte dans l'enseignement de ces matières en positionnant d'abord les points clés de l'anatomie et de la physiologie, puis de la physiopathologie.

## 1.1. Les incontournables dans l'enseignement de l'anatomie – physiologie

La partie Anatomie – Physiologie est réellement enseignée à partir du niveau GP-N4. Elle va permettre de bien appréhender les modifications des grandes fonctions de l'organisme dans un milieu hyperbare, et de ce fait l'impact de la plongée sur l'organisme.

### 1.1.1. Anatomie

On ne peut pas dissocier l'enseignement de l'anatomie de l'étude de « planches anatomiques ». L'un des points clés de l'enseignement est de donner aux différents stagiaires les éléments qui vont lui permettre de comprendre ce qui se passe dans le fonctionnement de tel ou tel organe.

Passer par des schémas ou planches à légénder devient donc un incontournable. Un schéma visuel, bien légénder complété par la connaissance des organes, muscles et parties essentielles du corps ainsi que leur rôle est bien plus efficace qu'un litanie de noms incompréhensible.

Il ne faut pas chercher à rentrer dans des détails trop techniques ou dignes d'études en médecine, mais de bien mettre en avant les éléments que l'on va retrouver et utiliser pour mieux comprendre la partie physiologie. La limite se situe au strict nécessaire à la compréhension qui nous intéresse en plongée. Il faut bannir la « culture générale » qui ne fait que rendre le discours plus confus.

Beaucoup de planches à légénder sont disponibles sur internet. Une des références en matière d'outils pédagogiques, de schémas clairs et de planches à légénder, entre autres, est Alain Foret, auteur de toute la série des « Plongée plaisir ». Il est difficile, pour ne pas dire impossible, de rencontrer un plongeur n'ayant jamais entendu parler de lui. Les schémas et les différentes planches qu'il propose sont adaptées à chaque niveau de plongeur et très utiles pour les supports de cours.

Un site a retenu mon attention car il présente des schémas complets téléchargeables. Attention toutefois : le site est à la base un site à destination des étudiants en soins infirmiers. Le nombre de planches est important, avec parfois des détails qui vont un peu trop loin par rapport à l'application

à la plongée. Il faudra que le moniteur fasse par lui-même l'extraction dont il a besoin et l'adapte à son cours. Au-delà des schémas, ce site propose également des quizz sous forme de schémas à légender.

- <https://www.fiches-ide.fr/anatomie-physiologie/> pour la partie planches à télécharger
- <https://www.fiches-ide.fr/sentrainer/schemas-muets/> pour la partie quizz

### 1.1.2. Physiologie

Comme précisé précédemment, la physiologie permet de comprendre le fonctionnement des organes vus en anatomie et leurs interactions. L'objectif est avant tout de comprendre les impacts de l'immersion sur le fonctionnement des fonctions vitales ou du corps. Maîtriser ce fonctionnement permettra une meilleure appréhension des potentiels accidents et incidents en plongée et donc d'en assurer une meilleure prévention.

Pour bien maîtriser les impacts de l'immersion sur notre organisme, il faut déjà maîtriser son fonctionnement dans notre environnement de tous les jours, à savoir un fonctionnement « normal ». Ensuite, il est intéressant de connaître l'adaptation de ce fonctionnement à l'effort, notamment pour les fonctions cardio-ventilatoires.

Une fois le fonctionnement normal étudié, il est alors fondamental d'élargir le spectre au fonctionnement en immersion et de mettre en avant tous les impacts de la plongée sur l'organisme.

Pour ma part, j'ai pris le parti d'utiliser la vidéo en complément des cours traditionnels au tableau ou sur PowerPoint. Non pas la vidéo en e-learning mais plutôt des vidéos illustrant mes propos sous forme simplifiée et imagée. Cette démarche plait beaucoup aux différents stagiaires car elle permet d'imager des éléments souvent abstraits.

Là aussi, il existe beaucoup de vidéos disponibles sur internet. J'en ai sélectionné quelques-unes particulièrement pédagogiques. Ces vidéos durent en moyenne entre 2 et 5 minutes et viennent en complément du cours. On peut les trouver sur le site du réseau Canopé. Ce réseau, opérateur public du ministère de l'Éducation Nationale et de la Jeunesse, a pour mission l'accompagnement et le développement professionnel des enseignants notamment dans l'appropriation des outils et environnement numériques. Les vidéos relatives à la partie Anatomie-Physiologie sont disponibles dans cette section : <https://www.reseau-canope.fr/corpus/anatomie-3d/femme>.

Voici une petite sélection de celles que je trouve particulièrement intéressantes :

- <https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/coeur-et-vaisseaux-50.html> où il est traité de l'appareil cardiovasculaire
- <https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/le-rythme-cardiaque-49.html>, dans laquelle il est traité du rythme cardiaque et de la régulation de la fréquence cardiaque
- <https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-respiration-92.html> qui présente le système respiratoire et des échanges gazeux
- <https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-respiration-cellulaire-136.html> où il est traité de la respiration cellulaire et de la production d'ATP

- <https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/l-alimentation-des-cellules-226.html> dans laquelle il est traité l'alimentation des cellules. Les échanges gazeux y sont précisés à la troisième minute

D'autres sites proposent des vidéos intéressantes. On en trouve un certain nombre sur YouTube. J'en ai sélectionné deux :

- <https://www.youtube.com/watch?v=PNjOKValJLw> sur l'oreille organe de l'audition
- [https://www.youtube.com/watch?v=9FoYoF7\\_PGQ](https://www.youtube.com/watch?v=9FoYoF7_PGQ) sur l'oreille organe de l'équilibre

## 1.2. Les incontournables dans l'enseignement de la physiopathologie

De façon quasiment systématique, l'apprentissage de la physiopathologie passe par des plans de cours types. Le contenu évolue en fonction des niveaux enseignés mais nous sommes globalement toujours sur les mêmes éléments de contenu à savoir :

- Mécanismes
- Causes
- Facteurs favorisants
- Symptômes
- Conduite à tenir
- Prévention
- Traitement

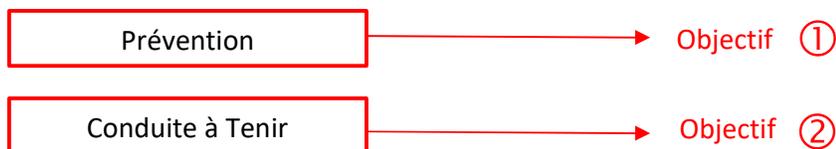
Toutefois, il y a beaucoup de confusions dans l'utilisation de ces termes et le lien qu'ils ont entre eux. Cette partie revient sur certains fondamentaux et notamment le lien entre certains termes souvent utilisés à mauvais escient.

### 1.2.1. Prévention et conduite à tenir

La première question à se poser est : quels sont les objectifs de l'enseignement de cette matière dans nos différents cursus de formation ?

Cela semble évident, mais l'enseignement dispensé par nos cadres auprès de plongeurs doit permettre 2 choses :

- Eviter les accidents / incidents dans la pratique (qu'elle soit encadrée ou en autonomie)
- Dans le cas où cela arrive, savoir ce que doit faire le plongeur. Il s'agit de maîtriser la conduite à tenir



Les questions à se poser en suivant sont :

- Comment répondre à l'objectif N° 1, ce qui revient à dire : quels éléments faut-il apporter au plongeur pour lui permettre d'éviter un accident / incident ?

- Comment répondre à l'objectif N° 2 ce qui revient à dire : malgré tout ce qui a été mis en place en matière de prévention (le risque zéro n'existant pas), il est victime d'un accident, comment doit-il réagir ?

### 1.2.2. Causes et facteurs favorisants

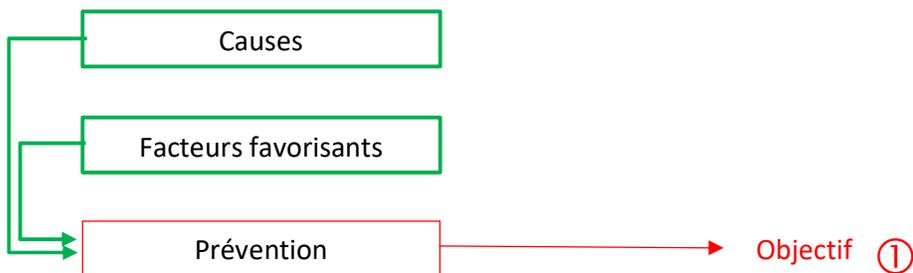
Quand on parle de physiopathologie, on associe systématiquement les causes et les facteurs favorisants à la prévention. Il convient de préciser la différence entre « causes » et « facteurs favorisants » ainsi que l'interaction qu'il y a entre ces éléments. La **cause** c'est ce qui va **inéluçtablement** provoquer l'accident. Le **facteur favorisant** à lui seul ne peut pas déclencher l'accident mais il va en **faciliter** l'apparition.

Si on prend l'exemple de la surpression pulmonaire :

- Le blocage ventilatoire à la remontée est la **cause** de l'apparition de la surpression pulmonaire : si l'air n'est pas suffisamment évacué par la ventilation à la remontée, même si le plongeur remonte lentement, l'augmentation du volume d'air dans les poumons va provoquer inéluçtablement une surpression pulmonaire
- La vitesse de remontée, elle, n'est pas la cause de l'apparition de la surpression pulmonaire. Si un plongeur remonte rapidement mais en ventilant correctement, va-t-il faire une surpression pulmonaire ? La réponse est non bien sûr, la vitesse à elle seule ne peut pas provoquer la surpression si je ne bloque pas ma ventilation. Mais une vitesse rapide va faciliter la survenue de l'accident même en cas de blocage bref de la ventilation. Une vitesse de remontée trop rapide est donc un **facteur favorisant** de la surpression pulmonaire.

En définitive, faire de la prévention et répondre ainsi à l'objectif N°1, c'est :

- Supprimer les **causes** de la survenue de cet incident / accident
- Et limiter les **facteurs favorisants**



### 1.2.3. Symptômes et comportements observables

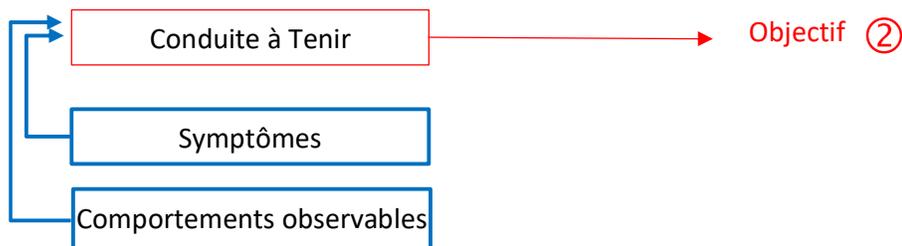
On a vu précédemment que le deuxième objectif de l'enseignement de cette matière aux différents niveaux de plongeurs était de savoir comment réagir face à l'apparition d'un incident / accident en plongée. Savoir réagir face à un accident / incident, c'est connaître la « Conduite à Tenir », adaptée à son niveau de plongeur.

Il est donc indispensable de pouvoir identifier ce qui se passe pour déclencher la réponse adaptée au problème rencontré. Cela revient dans un premier temps à identifier l'incident ou l'accident. Et pour pouvoir l'identifier, il faut être en mesure d'en observer les manifestations. Cela revient donc à reconnaître les **symptômes**.

Les symptômes peuvent être ressentis par le plongeur lui-même ou observés par un membre de la palanquée. Une fois les symptômes identifiés, le plongeur peut alors se rendre compte qu'un incident / accident est en train d'arriver et apporter la réponse adéquate.

Les symptômes sont visibles et ressentis par le plongeur lui-même : « je me rends compte que mon oreille ne passe pas parce que j'ai mal à la descente ». Mais ils peuvent aussi être perçus par les autres membres de la palanquée par un comportement visible de l'extérieur (tout en étant perçus de manière franche ou par le plongeur lui-même) : c'est l'exemple du chapelet de bulles qui s'échappe du détenteur qui fait immédiatement penser à un essoufflement pour celui qui le voit ou celui du plongeur narcosé qui ne se rend pas compte qu'il n'arrive pas à se stabiliser à la profondeur fixée. Il s'agit là d'un **comportement observable**.

Si on reprend l'exemple précédent sur l'oreille, un plongeur N1 qui subit un barotraumatisme de l'oreille ressent une douleur aigüe lors de la descente le long du mouillage : c'est un symptôme. Le GP-N4 qui l'encadre le voit s'arrêter et forcer sur les manœuvres d'équilibration : c'est un comportement observable.



La conduite à tenir est un terme global qui va varier en fonction du niveau de plongeur préparé. La conduite à tenir enseignée pour un barotraumatisme au N1 sera différente par exemple de celle au GP N4.

En synthèse, quel que soit le niveau, il est fondamental d'apprendre aux plongeurs quelles sont les causes de la survenue d'un accident, quels en sont les facteurs favorisants, les symptômes et ce qu'il faut faire s'il survient. Seul le contenu diffèrera en fonction des prérogatives du plongeur et des compétences qu'il doit acquérir pour évoluer en toute sécurité à la profondeur définie par ses prérogatives.

#### 1.2.4. Traitement et mécanismes

Il existe deux autres termes dont on parle souvent qui viennent compléter la notion de conduite à tenir : le **traitement** et les **mécanismes**. Ces deux termes se retrouvent régulièrement dans les cours mais ne sont pas systématiquement utilisés à bon escient.

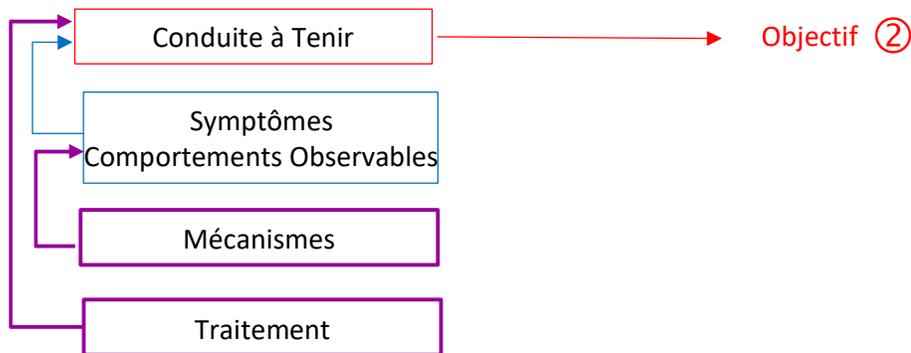
Si on prend le **traitement** par exemple : il fait souvent référence au médical et s'impose en complément de la conduite à tenir, notamment dans les situations d'autonomie. Ce sont des éléments de ce fait plutôt vus dans les formations N3 et plus, au travers du RIFA Plongée. C'est par exemple l'administration d'O<sub>2</sub> lors d'un accident de désaturation.

La question de l'importance de connaître les **mécanismes** reste un point clé. Beaucoup de plongeurs confondent les mécanismes et les causes. Les mécanismes jouent un rôle fondamental dans la reconnaissance des symptômes fins, notamment pour le GP-N4. Ils vont lui permettre de comprendre, mémoriser, catégoriser et hiérarchiser les symptômes et développer ainsi son sens de l'observation qui lui permettra d'engager la conduite à tenir, en fonction de ce qu'il constate.

Le GP-N4 est responsable de la palanquée en immersion, il a la responsabilité de la mise en sécurité des PE20 à 20 mètres, des PE40 à 40 mètres. Si une plongée ne se passe pas dans les conditions prévues, c'est à lui de rendre compte. Il est par ailleurs l'initiateur de la chaîne des secours (au même titre que l'est le N3 en l'absence d'un DP).

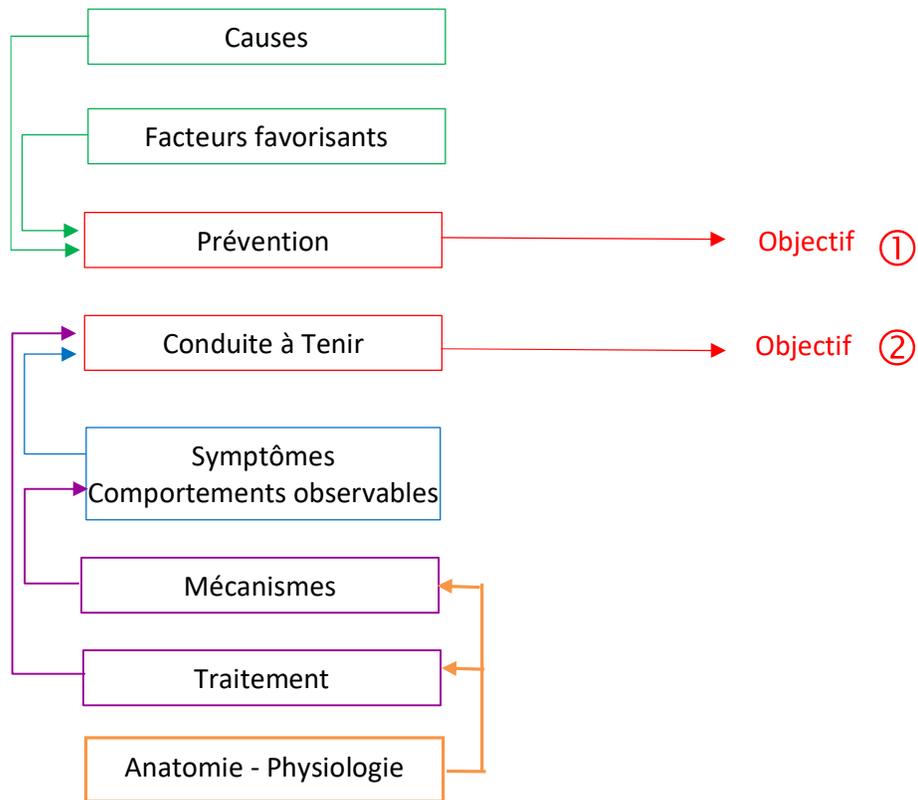
En cas de problème, ce que l'on attend de lui dans ce cas, c'est de déclencher la chaîne des secours à bon escient : c'est-à-dire ni trop tôt, ni trop tard, sachant que les meilleures chances de limiter les séquelles d'un accident se situe dans la précocité de déclenchement de la chaîne des secours.

Prenons un exemple : sur un bateau, un GP-N4 a un de ses équipiers N2 qui lui fait part de fourmillements au bout des doigts après une plongée dans une eau à 14°C. Que doit-il faire ? S'agit-il d'un ADD ? S'agit-il d'une réaction au froid ? On n'attend pas du GP-N4 de déclencher la chaîne des secours immédiatement, tout comme on n'attend pas de lui qu'il ne prenne pas en compte cette observation. « J'ai un fourmillement au bout des doigts » : un première alerte se met en place. Mais à ce stade, je ne déclenche pas, je continue à observer. A partir de là, soit cela continue : « Cela monte dans la main et dans l'avant-bras », j'ai une deuxième alerte, je déclenche. Soit l'alerte s'arrête : « OK c'est passé », je ne déclenche pas.



### 1.3. En synthèse

Au final, le lien entre les éléments de physiopathologie entre eux mais également le lien entre les éléments d'anatomie - physiologie avec ceux de la physiopathologie pourraient être représentés de la façon ci-après.



Il ne reste plus qu'à déterminer le contenu à développer pour chaque élément en fonction des prérogatives de chaque plongeur et des compétences qu'il doit acquérir pour évoluer en toute sécurité.

## 2. INTEGRATION DANS LE CURSUS

Ce chapitre a pour objectif de mettre en avant le contenu théorique attendu, tel qu'il est défini dans le MFT dans la logique prérogatives compétences. Nous allons distinguer deux grandes parties : les formations de plongeurs (encadrés ou autonomes) et les formations de cadres.

### 2.1. Formations de plongeurs

#### 2.1.1. Formation de jeunes plongeurs

L'intégration des connaissances en la matière chez les jeunes plongeurs se fait directement en lien avec la pratique et dans un objectif de prévention avant tout. Une attention particulière doit être portée sur la prévention des barotraumatismes.

##### a) Sans scaphandre (étoiles de mer)

Les connaissances théoriques sur l'accidentologie sont axées essentiellement autour de la pratique et de la prévention dans l'évolution dans l'eau. On les retrouve notamment au niveau des compétences « S'immerger » et « Se ventiler ».

Il convient de se focaliser sur la prévention du barotraumatisme de l'oreille et de la sensibilisation à l'équilibrage, mais également sur la prévention de la noyade.

##### b) Avec scaphandre (bronze - argent - or)

Il n'est pas demandé de connaissances théoriques pour les formations aux plongeurs de Bronze et d'Argent, au-delà de la connaissance des consignes permettant la prévention des barotraumatismes liés aux conditions de pratique dans la phase d'immersion (oreilles, sinus et plaquage de masque) et dans la phase d'évolution dans l'eau et de retour surface (surpression pulmonaire). Il est attendu également une sensibilisation à la prévention à la noyade.

Concernant le plongeur d'Or, le contenu théorique attendu est celui du niveau N1, avec la prise en compte de l'âge du jeune plongeur dans la manière de transmettre les informations.

Les connaissances théoriques sont évaluées lors des mises en situations pratiques. Il n'y a pas d'examen écrit. L'accent est mis sur la prévention.

#### 2.1.2. Formation de plongeurs N1

Les connaissances théoriques sont évaluées lors des mises en situation pratiques, sans examen écrit. L'accent est mis sur la prévention. Voici ce que dit le MFT quant au contenu de formation :

Accidents	Principes des barotraumatismes et leur prévention. Principes de l'accident de désaturation. Causes et prévention de l'essoufflement.
-----------	--

L'intégration de l'accidentologie dans le cursus (la partie anatomie – physiologie n'est pas abordée au N1) se fait en lien avec la pratique et se retrouve dans la plupart des compétences pratiques à travailler :

- **Evoluer dans l'eau - s'immerger** : les connaissances relatives aux accidents en appui de la pratique relèvent de la prévention des barotraumatismes (oreille, sinus et plaquage de masque principalement)
- **Evoluer dans l'eau - se propulser** : sur cette compétence, il s'agit plutôt d'appréhender la gestion de l'effort en plongée et la prévention de l'essoufflement
- **Retourner en surface** : naturellement dans cette compétence, un accent particulier doit être mis sur la prévention de la surpression pulmonaire
- Au-delà de ces compétences directement liées à la pratique, une information sur l'accident de désaturation est attendue, notamment dans une optique de prévention liée à l'apparition potentiellement tardive de cet accident

**Le plongeur N1 est un plongeur encadré à 20 mètres (PE20)**. Cela signifie qu'il n'évoluera sous l'eau, en exploration à une profondeur maximum de 20 mètres, qu'avec un encadrant qui prendra en charge toute la conduite de la plongée et assurera les interventions si nécessaires. Notre futur N1 devra donc se soucier de la sécurité pour lui-même, d'où le fait de lui apporter les connaissances en termes de prévention individuelle relative à sa profondeur d'évolution (20 mètres maximum). On veillera également à bien lui mettre en avant la conduite à tenir en cas de problème : se rendre compte de ce qui lui arrive pour lui-même et alerter le GP.

Ces éléments se retrouvent également dans la sensibilisation faite au **PE12 (plongeur encadré à 12 mètres)**, et notamment, comme au N1, la prévention des barotraumatismes.

### 2.1.3. Formation de plongeurs N2

Le plongeur N2 a une double prérogative :

- **Il est autonome à 20 mètres (PA20)**. Ce qui signifie qu'il est capable d'évoluer sous l'eau, en exploration jusqu'à 20 mètres maximum, au sein d'une palanquée composée d'équipiers ayant à minima les mêmes compétences que lui.
- **Il est encadré à 40 mètres (PE40)**. Ce qui signifie qu'il est capable d'évoluer sous l'eau, en exploration jusqu'à 40 mètres maximum, au sein d'une palanquée prise en charge par un encadrant.

Les connaissances théoriques peuvent être évaluées oralement, en situation de pratique ou à l'écrit. Elles sont bien évidemment différentes en fonction du fait que l'on travaille sur la prérogative PA20 ou PE40.

L'intégration de l'accidentologie (la partie anatomie – physiologie n'est pas abordée au N2) est en lien avec la pratique et se retrouve en application dans la plupart des compétences à travailler :

- **S'immerger – se propulser – se ventiler (PA20 et PE40)** : c'est une des compétences clés en matière d'accidentologie, puisqu'on y traite de la prévention des accidents (essoufflement, accident de désaturation, narcose, froid)
- **Intervenir et porter assistance à un plongeur en difficulté (spécifique au PA20)** : c'est également une des compétences clés, qui vient en appui de la précédente pour les prérogatives d'autonomie, en matière d'accidentologie puisqu'elle précise les causes,

symptômes, prévention et conduite à tenir pour l'ensemble des accidents : barotraumatismes, accident de désaturation, froid et essoufflement.

- **Se ventiler – s'équilibrer (spécifique au PE40)** : l'apport théorique va être axé sur la prévention des accidents plus impactés par la profondeur : accident de désaturation, narcose et essoufflement.
- **Communiquer avec le GP (spécifique au PE40)** : l'apport théorique va être axé sur la prévention des accidents et incidents plus impactés par la profondeur (accident de désaturation, froid, narcose, consommation et essoufflement)
- **Retourner en surface (spécifique au PE40)** : l'apport théorique se situe surtout au niveau de la prévention des barotraumatismes et de l'accident de désaturation
- **Intervenir en relai sur un plongeur en difficulté (spécifique au PE40)** : au même titre que pour l'autonomie, le plongeur doit être capable d'identifier un incident en plongée profonde. Il sera mis en pratique les éléments qui auront été vus dans la compétences « Se ventiler – s'équilibrer »

Les deux prérogatives du N2 (PA20 et PE40) peuvent être acquises indépendamment l'une de l'autre. C'est pourquoi le contenu de formation est très spécifique à chacune. Voici ce que dit le MFT :

**a) Connaissances théoriques propres au PA20 :**

Accidents	<p>Rappels des préventions orientés vers l'autonomie (prise en compte des équipiers) pour l'accident de désaturation, les barotraumatismes, l'essoufflement et le froid. Différentes conduites à tenir en lien avec les prérogatives (intervention jusqu'à la prise en charge par le DP).</p> <p>Une approche simple des mécanismes et des causes est suffisante.</p>
-----------	---

**Le plongeur N2 est un plongeur autonome à 20 mètres (PA20).** Les équipiers avec qui il va plonger auront au minimum les mêmes compétences que lui, cela signifie que ces plongeurs connaîtront les mêmes éléments de prévention et de conduite à tenir en cas de problème.

Cela signifie aussi que le plongeur PA20 devra se soucier de la sécurité pour lui-même mais aussi pour la prise en compte des équipiers (sachant qu'eux aussi devront faire la même chose et que cela devrait faciliter le passage d'informations). La prévention reste individuelle, la conduite à tenir devient collective : « je sais ce qui peut potentiellement se passer, je fais en sorte que cela n'arrive pas pour moi. Si cela arrive, je préviens les autres et nous appliquons ensemble ce qu'il convient de faire ».

**b) Connaissances théoriques propres au PE40 :**

Accidents	<p>Prévention des accidents liés à la profondeur : accident de désaturation, essoufflement, froid, narcose.</p> <p>Incidence de la profondeur sur la consommation : prévention de la panne d'air, notion de marge de sécurité.</p>
-----------	--

**Le plongeur N2 est un plongeur encadré à 40 mètres (PE40).** Cela signifie qu'il n'évoluera, en exploration à une profondeur maximum de 40 mètres, qu'avec un encadrant qui prendra en charge toute la conduite de la plongée et assurera les interventions si nécessaires. Notre futur N2/PE40 devra donc se soucier de la sécurité pour lui-même : d'où le fait de lui apporter les connaissances en termes de prévention relative à son profondeur d'évolution (40 mètres maximum), même s'il reste vigilant aux autres plongeurs de la palanquée. La prévention reste donc individuelle, la conduite à tenir aussi, elle n'est collective qu'en relai du GP.

#### 2.1.4. Formation de plongeurs N3

**Le plongeur N3 est un plongeur autonome** qui peut effectuer des plongées en autonomie sans Directeur de Plongée (DP) jusqu'à 40 mètres et jusqu'à 60 mètres en présence d'un DP (**PA60**). La connaissance des aspects théoriques de l'accidentologie en plongée est capitale pour le futur N3 au regard des conditions de pratique.

Il va évoluer en autonomie avec des plongeurs ayant les mêmes compétences que lui, et ayant reçu les mêmes informations quant à la prévention et à la conduite à tenir en cas d'accident. Cela signifie que le plongeur PA60 devra se soucier de la sécurité pour lui-même mais aussi pour ses équipiers (sachant qu'eux aussi devront faire la même chose et que cela devrait faciliter le passage d'informations tout comme au PA40), de par leur co-responsabilité en plongée.

La grande différence réside dans les risques liés à la profondeur auxquels il est potentiellement confronté en situation d'autonomie. La prévention reste donc individuelle, la conduite à tenir est collective : « je sais ce qui peut potentiellement se passer, je fais en sorte que cela ne m'arrive pas pour moi. Si cela arrive, je préviens les autres et nous appliquons ensemble ce qu'il convient de faire ».

Un point important : le N3 est obligatoirement titulaire du RIFA Plongée. Cela signifie qu'il a des **prérogatives de secourisme**, qui peuvent être utilisées notamment dans les situations d'autonomie sans DP. Cela signifie aussi, qu'il doit être capable d'aller plus loin dans la conduite à tenir, et notamment hors de l'eau, en intégrant également les éléments relatifs au traitement et du déclenchement des secours.

Deux qualifications viennent compléter ce niveau :

- **Le plongeur encadré à 60 mètres (PE60).** Ce qui signifie qu'il est capable d'évoluer sous l'eau, en exploration jusqu'à 60 mètres maximum, au sein d'une palanquée prise en charge par un encadrant (GP minimum jusqu'à 40 mètres et E4 jusqu'à 60 mètres). Il n'est pas nécessaire d'avoir des compétences d'autonomie pour accéder à cette qualification, ce qui signifie qu'un PE40 peut y accéder directement. Les éléments à acquérir en termes de connaissances sur l'accidentologie sont identiques à celle du PE40 avec une sensibilisation particulière à l'impact de la profondeur sur les accidents déjà identifiés au PE40 (consommation, essoufflement, narcose, froid et accident de désaturation).
- **Le plongeur autonome à 40 mètres (PA40).** Ce qui signifie qu'il est capable d'évoluer sous l'eau, en exploration jusqu'à 40 mètres maximum, au sein d'une palanquée composée d'équipiers ayant à minima les mêmes compétences que lui. La différence avec le N3 (PA60) se situe principalement dans les prérogatives de secourisme. Le reste de la formation

théorique demeure identique dans son contenu. On retrouve son application pratique dans la compétence suivante : **Intervenir et porter assistance à un plongeur en difficulté** (spécifique au PA40 et N3). Elle précise les causes, symptômes, prévention et conduite à tenir pour l'ensemble des accidents : barotraumatismes, accident de désaturation, froid, narcose, essoufflement, ...

Les connaissances théoriques peuvent être évaluées oralement, en situation de pratique ou à l'écrit. Voici ce que précise le MFT quant au contenu théorique :

Accidents	<p>Causes, symptômes, prévention et conduite à tenir pour l'ensemble des accidents.</p> <p>Les mécanismes sont précisés pour permettre une bonne compréhension des phénomènes dans le cadre des prérogatives d'autonomie. L'accent est mis sur les accidents en lien avec la zone d'évolution : narcose, froid, essoufflement, accident de désaturation.</p> <p>La prévention et la conduite à tenir constituent les éléments fondamentaux à acquérir.</p>
-----------	--

## 2.2. Formations de cadres

### 2.2.1. Formation de plongeurs GP-N4

Les prérogatives de Guide de palanquée sont multiples. Au-delà des prérogatives d'autonomie (PA60) et de secouriste (RIFA Plongée) qu'il a acquises au N3, ses deux prérogatives clés sont les suivantes :

- **Il est encadrant.** Il est responsable d'une palanquée de PE20 en exploration, à une profondeur maximum de 20 mètres. Il est responsable d'une palanquée de PE40 en exploration à une profondeur maximum de 40 mètres. Cela signifie qu'il doit **assurer la sécurité des plongeurs qu'il encadre** en fonction des prérogatives que leur donne leur niveau. Il doit être dans l'anticipation permanente, observer de ce qui se passe sous l'eau et se rendre compte de tout comportement anormal, de tout dysfonctionnement lors de la plongée. Mais il ne peut pas ressentir les symptômes (douleur, vertiges, ...) pour les autres. Si un plongeur N1 a un problème et ne le déclare pas immédiatement au GP, c'est à lui de s'en rendre compte, d'apprécier la situation et d'adapter la conduite à tenir en fonction de la situation rencontrée. Il doit donc développer son sens de l'observation pour détecter les symptômes les plus fins et se rendre compte du problème.
- **Il est capacitair.** Il s'inscrit potentiellement dans une logique de poursuite de son cursus vers le MF1. Et donc il doit être à même de disposer d'un contenu théorique suffisant lui permettant, par la suite, de donner des cours théoriques aux plongeurs qu'il formera en ayant des explications claires.

L'ensemble des connaissances relatives à l'anatomie, physiologie et physiopathologie du plongeur est évalué par écrit lors d'un examen dédiée à ce thème.

C'est à partir du GP-N4 que l'on entre dans les mécanismes fins, dans un objectifs de mieux détecter les symptômes les plus fins, donc de mieux prendre en charge l'accident et d'adapter la conduite à tenir.

Voici ce que précise le MFT quant au contenu théorique :

1 — Connaissances	2 — Commentaires
Ventilation et plongée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anatomie simple de l'appareil ventilatoire</b> : réalisation de schémas limités aux principes généraux et mise en place de légendes sur des planches anatomiques muettes.</li> <li>• <b>Mécanique ventilatoire</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Inspiration, expiration, muscles concernés.</li> <li>— Volumes pulmonaires.</li> <li>— Modifications de la ventilation en immersion.</li> </ul> </li> <li>• <b>Échanges gazeux alvéolo-capillaires</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Construction d'un schéma simple montrant la diffusion des gaz par différence de Pp. Les valeurs numériques ne sont pas exigibles à l'examen.</li> <li>— Constance de la Pp de CO<sub>2</sub> alvéolaire en fonction de la profondeur.</li> </ul> </li> </ul>
Circulation et plongée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anatomie simple de l'appareil circulatoire</b> : réalisation de schémas limités aux principes généraux et mise en place de légendes sur des planches anatomiques muettes.</li> <li>• <b>Cœur</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Explication de son rôle sous forme de schéma simple.</li> <li>— Foramen Ovale Perméable : localisation, danger au cours de la désaturation.</li> </ul> </li> <li>• <b>Petite et grande circulation</b> : expliquer leur rôle à l'aide d'un schéma simple.</li> <li>• <b>Transport des gaz par le sang</b> : O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> et CO. Les valeurs chiffrées des pressions partielles ne sont pas exigibles.</li> <li>• <b>Modifications de la circulation en immersion</b> : effet « bloodshift » et diurèse d'immersion.</li> </ul>
Oreille et plongée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Anatomie simple de l'oreille</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Savoir localiser sur un schéma et décrire brièvement le rôle des éléments de l'oreille externe, moyenne et interne.</li> <li>— Savoir quels éléments sont impliqués dans l'audition et l'équilibre.</li> </ul> </li> </ul>
Accidents et incidents en plongée.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Accidents barotraumatiques</b> des poumons, de l'oreille, des sinus, des dents, et le placage du masque. Symptômes, mécanisme, conduite à tenir et prévention.</li> <li>• <b>Narcose</b> : symptômes, facteurs favorisants et prévention en tant que guide de palanquée. Le mécanisme n'est pas demandé. Rôle facilitateur du CO<sub>2</sub>.</li> <li>• <b>Essoufflement en plongée</b> : symptômes, mécanisme, facteurs favorisants, conduite à tenir et prévention.</li> <li>• <b>Œdème pulmonaire d'immersion</b> : cause, symptôme et conduite à tenir (la connaissance du mécanisme n'est pas demandée).</li> <li>• <b>Accidents liés à la pratique de l'apnée</b> : syncope hypoxique, perte de contrôle moteur (Samba), prévention.</li> <li>• <b>Incidents liés au froid en plongée</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Mécanismes des pertes caloriques et réaction de l'organisme en plongée.</li> <li>— Symptômes, conduite à tenir et prévention en tant que GP.</li> </ul> </li> <li>• <b>Déshydratation en plongée</b> :               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Mécanismes, prévention, facteur de risque de l'ADD.</li> </ul> </li> <li>• <b>Syncope thermo-différentielle mécanisme et prévention</b></li> </ul>

Les spécificités « anatomie et physiologie » sont clairement précisées et mises à part de l'accidentologie. Une attention particulière devra être portée sur la physiologie et les modifications apportées par l'immersion dans l'objectif de mieux comprendre les mécanismes fins de chaque accident.

### 2.2.2. Formation DP-N5

Le DP-N5 est directeur de plongée en exploration et en environnement naturel. Il n'est pas prévu de formation particulière sur l'anatomie et physiopathologie du plongeur dans son cursus de formation, autre que celle qu'il a déjà acquise lors de son GP-N4. Néanmoins une sensibilisation aux spécificités physiologiques du public reçu (seniors, enfants, ...) devra être faite.

### 2.2.3. Formation Initiateur

L'initiateur a des prérogatives d'enseignement. La pédagogie attendue est avant tout pratique et organisationnelle, il n'y a pas de préparation à la pédagogie théorique et donc à l'enseignement de l'anatomie – physiologie – physiopathologie dans son cursus de formation. Le contenu théorique n'est pas enrichi par rapport à ses compétences déjà acquises que ce soit au N2 ou au N3 pour les encadrants E1 ou au niveau 4 pour les encadrants E2.

### 2.2.4. Formation MF1

Dans le cursus MF1, il n'y a plus d'enseignement théorique car l'ensemble des connaissances nécessaires a été acquis lors de la préparation au GP-N4 pour répondre aux prérogatives de capacitaire. La difficulté va résider dans l'enseignement et dans le bornage qui doit être fait aux différents niveaux de plongeurs.

## 2.3. En synthèse

Les principaux actes d'enseignement se font donc au niveau des formations de plongeurs et du GP-N4. Pour le reste des niveaux de cadres, le contenu est réputé acquis, on axe le travail sur la pédagogie (qu'elle soit purement théorique ou en intégrée dans la pratique).

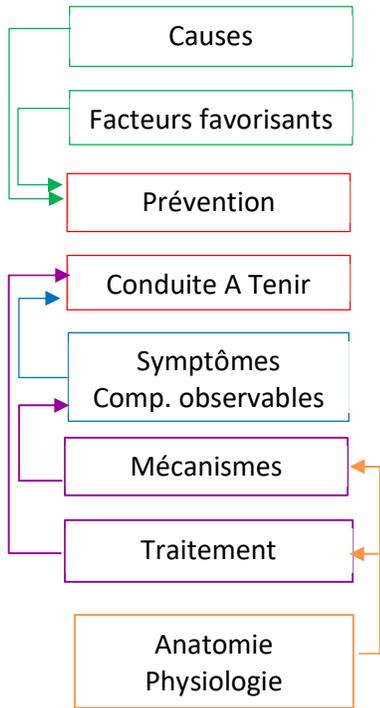
Si on revient sur la synthèse des prérogatives :

- **Les niveaux encadrés** : PE12, N1 (PE20), PE40, PE60. Ils sont responsables de leur propre sécurité. Ils se rendent compte pour eux-mêmes quand quelque chose ne se passe pas normalement.

Ils assurent leur propre prévention, et en connaissent la conduite à tenir. Par exemple : « je descends, mon oreille me fait mal, je n'insiste pas. Pour cela j'ai besoin de savoir quel est la cause de mon problème et comment je peux l'éviter (causes et facteurs favorisants), ce que je ressens pour moi (symptômes), et ce que dois-je faire (conduite à tenir).

Néanmoins, l'accès à la profondeur principalement (mais pas uniquement) peut engendrer une conduite à tenir en en relai du GP (ou du E4 pour les PE60 au-delà de 40 mètres). Par exemple : « je vois que mon équipier est narcosé, il ne s'en rend pas compte, je m'occupe d'assurer le relai jusqu'à l'encadrant s'il ne l'a pas vu ».

- **Les niveaux autonomes** : N2 (PA20), PA40, N3 (PA60). Ils assurent la prévention pour eux et dans une moindre mesure pour leur coéquipier. La conduite à tenir en cas d'incident est collective. Le passage d'informations entre eux est simplifié par le fait qu'ils évoluent avec au minimum les mêmes compétences. Ils se rendent compte pour eux-mêmes que quelque chose ne va pas, mais ils doivent également pouvoir s'en rendre compte pour les autres. Et comme les autres doivent s'en rendre compte pour eux-mêmes, cela facilite la gestion de la situation. L'accès à la profondeur sera évidemment déterminant dans les différences de contenu.
- **Les niveaux de cadres** : GP-N4. Ils assurent la prévention pour eux-mêmes évidemment mais surtout pour les plongeurs qu'ils encadrent. Ils doivent anticiper les problèmes, identifier les symptômes fins et assurer la conduite à tenir pour toute la palanquée. La difficulté pour eux est qu'ils vont encadrer des plongeurs ayant des compétences inférieures aux leurs et les passages d'informations risquent d'être plus complexes.



	N1	N2		N3	N4-GP
Prévention - Causes - Facteurs favorisants	Pour lui	Pour lui		Pour lui	(Pour lui) - Pour les plongeurs qu'il encadre
Symptômes, Comportements observables	Pour lui	PE40 Pour lui - (Pour ses équipiers)	PA20 Pour lui et pour ses équipiers	Pour lui et pour ses équipiers	Pour les plongeurs qu'il encadre
CAT	Pour lui	Pour lui - (Pour ses équipiers)	Pour lui et pour ses équipiers	Pour lui et pour ses équipiers	Pour les plongeurs qu'il encadre
Mécanismes	Aucun	Aucun		Très simples	Mécanismes fins
Traitement	Aucun	Aucun		Oui	Oui
Anatomie-Physiologie	Aucune	Aucune		Aucune ou très simple	Oui

## CONCLUSION

---

En écrivant ce mémoire, mon premier objectif était d'apporter une boîte à outils aux stagiaires MF2 pour se préparer au mieux aux épreuves de théorie et de pédagogie. Je l'ai souhaité plein de conseils, que ce soit dans la phase de préparation ou lors de l'examen.

L'enseignement de l'anatomie, de la physiologie et de la physiopathologie est un élément fondamental dans notre cursus de plongeur, directement lié à la pratique. L'enseignement de cette matière contribue de façon indéniable et indispensable à la sécurité des plongeurs. Elle ne peut pas laisser de la place à l'à peu près.

Au travers de la préparation au MF2, j'ai voulu également contribuer à l'amélioration de l'enseignement, et peut-être essayer de rétablir certaines vérités. Le chapitre qui traite de la pédagogie est capital. Loin de moi l'idée de mettre en cause l'accompagnement des tuteurs auprès des stagiaires pédagogiques, mais je pense qu'en posant les éléments clairement, ils ne peuvent que contribuer à une meilleure compréhension et à une meilleure assimilation, et en conséquence à une meilleure mise en application.

J'espère avoir donné ainsi quelques éléments clés, qui accompagnés du contenu théorique que j'avais préparé dans mon mémoire d'Instructeur Régional, permettront à chaque préparant de se donner les meilleurs chances de réussite à l'examen, ainsi que dans leur fonction d'enseignant.