

Éléments de théorie du niveau 2

Emmanuel BERNIER

Juin 2001

Table des matières

1 – Présentation du niveau 2	3
2 – Physique	4
2.1 – Compressibilité des gaz	4
2.2 – Flottabilité	4
2.3 – Mélange de gaz	6
2.4 – Dissolution des gaz	6
3 – Prévention des accidents	7
3.1 – Les baro-traumatismes	7
3.2 – L'accident de décompression	8
3.3 – L'essoufflement	8
3.4 – La narcose	9
3.5 – Le froid	9
3.6 – La noyade	10
3.7 – L'hyperoxie	10
3.8 – La panne d'air	11
4 – La décompression	12
4.1 – Utilisation des tables MN90	12
4.2 – Utilisation des ordinateurs	14
5 – Le choix du matériel	15
5.1 – La combinaison	15
5.2 – Ordinateur ou profondimètre ?	15
5.3 – Le gilet	16
5.4 – Le détendeur	16
5.5 – La bouteille	17
6 – Un peu de réglementation	18
6.1 – Prérogatives du niveau 2	18
6.2 – Assurances et responsabilité	18
6.3 – La FFESSM	18
6.4 – Les autres organismes	19
6.5 – Après le niveau 2	19
7 – Annexe : Tables de plongée MN90	20

1 – Présentation du niveau 2

L'objectif de la formation de niveau 2 est de vous permettre d'élargir votre champ d'action subaquatique jusqu'à l'espace lointain (40 mètres), et d'accéder à l'autonomie dans l'espace médian (20 mètres).

Ces 2 nouveaux éléments vont nécessiter d'approfondir vos compétences ; il vous faudra acquérir :

- une **technique** individuelle permettant d'assurer votre sécurité dans le cadre de l'autonomie et de l'accès à l'espace lointain,
- un **comportement** permettant d'assister un camarade en difficulté,
- des notions d'**orientation** subaquatique,
- des connaissances théoriques concernant la compréhension des risques et leur **prévention**, mais aussi l'**organisation** et la **planification** de la plongée,
- des connaissances sur le **matériel** utilisé et les critères de choix.

C'est le but de la formation que vous allez recevoir, le présent fascicule ne s'attachant qu'aux aspects théoriques.

NB : Toutes les connaissances du niveau 1 sont considérées comme acquises et ne sont pas rappelées dans ce fascicule ; une relecture du fascicule du niveau 1 peut donc être utile avant d'aborder la lecture du niveau 2.

A l'issue de cette formation, vous pourrez descendre jusqu'à 40 mètres en palanquée de 4 plongeurs maximum, accompagnés par un encadrant titulaire au minimum du niveau 4, et jusqu'à 20 mètres en palanquée de 2 à 3 plongeurs, sans encadrement, mais dans le respect des instructions d'un directeur de plongée.

Pour passer le niveau 2, il faut :

- être âgé de 16 ans minimum (avec autorisation parentale pour les mineurs),
- être licencié à la FFESSM,
- être titulaire du niveau 1 de la FFESSM, ou d'un brevet admis en équivalence,
- présenter un certificat médical de non contre-indication à la pratique de la plongée subaquatique de moins d'un an établi par un médecin fédéral ou titulaire du CES de médecine sportive¹.

¹ A partir du niveau 2, le certificat médical doit être établi par un médecin fédéral ou titulaire du CES de médecine sportive pour le passage des brevets ; pour une activité limitée aux plongées d'exploration, il peut être établi par un médecin de famille. On ne saurait trop recommander, néanmoins, de le faire établir systématiquement par un médecin fédéral ou titulaire du CES de médecine sportive.

2 – Physique

2.1 – Compressibilité des gaz

On a vu au niveau 1 que les gaz sont compressibles, c'est-à-dire que leur volume diminue quand la pression augmente, et inversement, leur volume augmente quand la pression diminue. Ce phénomène est traduit par la formule $P \times V = \text{constante}$.

En plongée, la compressibilité des gaz peut engendrer des barotraumatismes si l'on ne respecte pas quelques précautions simples (cf. § 3.1) ; elle influe également sur la consommation d'air, donc l'autonomie, en fonction de la profondeur d'évolution.

Au cours d'une plongée normale (sans effort excessif), on consomme environ 15 litres d'air par minute. Cet air est délivré par le détendeur à la pression ambiante, soit par exemple 4 bars si l'on est à 30 m ; ramenés à la pression atmosphérique (1 bar, i.e. 4 fois moins), ces 15 litres occuperaient un volume 4 fois plus grand, soit 60 litres (par minute). Si notre plongeur dispose d'un bloc de 12 litres gonflé à 180 bars et qu'il veut remonter avec 80 bars, il pourra consommer un volume d'air atmosphérique de $12 \text{ litres} \times 180 \text{ bars}$ (volume initial) – $12 \text{ litres} \times 80 \text{ bars}$ (volume final) = 1200 litres (à pression atmosphérique) ; sa consommation de 60 litres (atmosphériques) par minute lui permettra de rester $1200 \text{ litres} / 60 \text{ litres/minute} = 20$ minutes.

Pour calculer l'autonomie du plongeur, on ramène tous les volumes d'air (ceux respirés à la pression ambiante et celui du bloc) à la pression atmosphérique.

2.2 – Flottabilité

Lors de la formation au niveau 1, on a mis en évidence que la flottabilité dépend :

- du poids (si le poids augmente, on descend)
- du volume immergé (si le volume immergé augmente, on remonte)

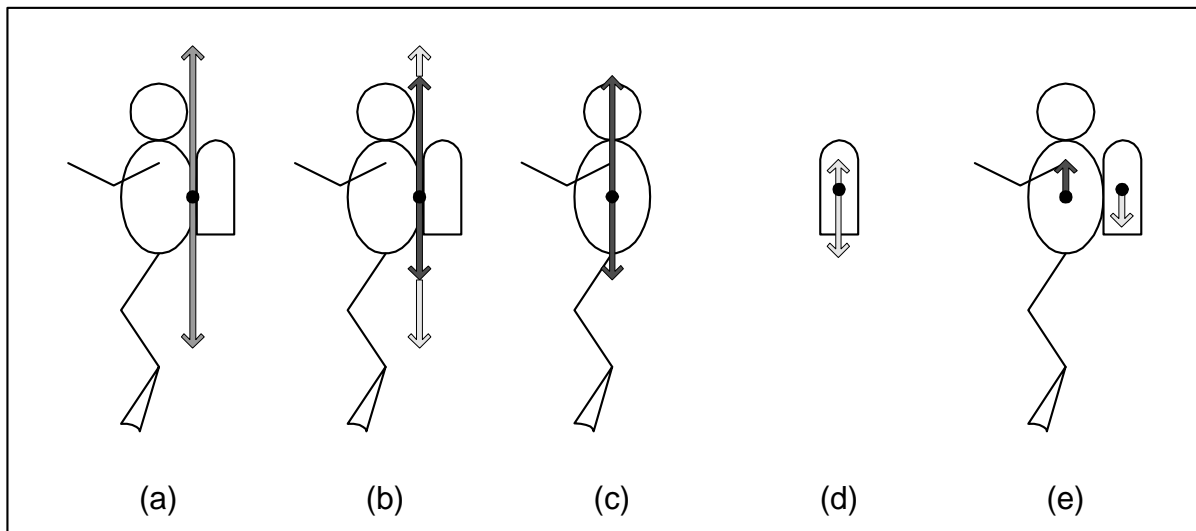
En fait, l'eau exerce une poussée verticale qui s'oppose au poids du corps immergé dans l'eau ; l'intensité de cette poussée est égale au poids de l'eau correspondant au volume immergé : plus le volume immergé est grand, plus la poussée est forte. Cette poussée s'appelle la poussée d'Archimède. Dans l'eau, notre poids est diminué de cette poussée ; on parle de poids apparent :

$$\text{poids apparent} = \text{poids réel} - \text{poussée d'Archimède}$$

- si la poussée d'Archimède est inférieure au poids réel, le poids apparent est positif : on descend (= flottabilité négative)
- si la poussée d'Archimède est supérieure au poids réel, le poids apparent est négatif : on monte (= flottabilité positive)
- si la poussée d'Archimède est égale au poids réel, le poids apparent est nul : on est en équilibre (= flottabilité neutre)

NB : Lorsqu'on flotte à la surface de l'eau sans faire de mouvement, on est en flottabilité neutre ; en effet, le corps s'immerge dans l'eau jusqu'à ce que le volume immergé génère une poussée d'Archimède qui compense exactement le poids réel, il y a équilibre.

Dans l'eau, le plongeur doit chercher à être équilibré, c'est à dire à maintenir son niveau d'immersion sans avoir besoin de palmer. Allons un peu plus loin dans l'analyse de cet équilibre en considérant séparément le plongeur et sa bouteille.



- (a) : l'ensemble plongeur + bouteille est équilibré, la poussée de l'ensemble est égale au poids de l'ensemble
 (b) : séparons les forces dues au plongeur (en foncé) de celles dues à la bouteille (en clair)
 (c) : le plongeur seul est en flottabilité positive, sa poussée est supérieure à son poids
 (d) : la bouteille seule est en flottabilité négative, sa poussée est inférieure à son poids
 (e) : on voit que si l'ensemble plongeur + bouteille est bien équilibré, il subit toutefois un couple de forces qui l'entraîne sur le dos

Conclusion : L'équilibre seul n'est pas suffisant pour assurer un certain confort sous l'eau, il faut également veiller à la bonne répartition des poids en plaçant le lest sur le ventre pour compenser le poids de la bouteille dans le dos. Dans le même ordre d'idée, en situation d'assistance d'un camarade en difficulté, on cherchera à maintenir autant que possible l'équilibre individuel des 2 plongeurs et à former un ensemble le plus compact possible pour réduire le bras de levier entre les 2 plongeurs.

NB : Votre niveau 2 en poche, vous allez peut-être vous laisser tenter par les excursions en mers tropicales où le matériel utilisé vous amènera à modifier votre lestage (combinaison plus fine, bouteille alu,...) ; pensez à noter dans votre carnet de plongée le lestage utilisé en fonction du type de matériel afin de le retrouver au prochain séjour.

Une combinaison de plongée contient environ 4 litres de gaz sous la forme de micro-bulles incluses dans le néoprène ; c'est ce gaz, mauvais conducteur de la chaleur, qui tient lieu d'isolant thermique. Si vous descendez à 30 mètres de profondeur où il règne une pression de 4 bar, ces 4 litres d'air seront comprimés jusqu'à occuper un volume de 1 litre (cf. § 2.1) ; la combinaison s'écrase. Votre volume aura donc diminué de 3 litres et votre poids apparent aura augmenté de 3 kg. Afin de rester équilibré et de ne pas vous essouffler en essayant de compenser cet alourdissement par un palmage de sustentation, il faudra injecter 3 litres d'air dans le gilet ; en fait, on ne mesure pas le volume d'air injecté, mais on cherche à rétablir la sensation d'apesanteur. Une bonne utilisation du poumon-ballast permet de faire varier son volume pulmonaire de 1 à 2 litres (entre une grande inspiration et une grande expiration) ce qui peut compenser instantanément les variations de volume lors de faibles changements de niveau d'immersion au cours d'une promenade sous-marine.

Si on est sur-lesté, chaque kg excédentaire nécessitera d'injecter 1 litre d'air supplémentaire dans le gilet. C'est donc un plus grand volume d'air qui changera de volume dans le gilet lors de petites variations de profondeurs, alors que le poumon-ballast ne permettra toujours de compenser que 1 à 2 litres : le sur-lestage réduit donc l'efficacité du poumon-ballast.

Vous gèrerez donc plus facilement votre vitesse de remontée à l'aide du poumon-ballast avec un lestage normal.

2.3 – Mélange de gaz

Dans un mélange gazeux, chaque gaz se comporte comme s'il était seul, mais à une pression inférieure à celle du mélange. Cette pression s'appelle la **pression partielle** du gaz considéré dans le mélange ; elle est égale à la pression du mélange multipliée par la fraction du gaz dans le mélange :

$$pp_{\text{gaz}} = p_{\text{mél}} \times \%_{\text{gaz}} / 100$$

NB : La somme des pressions partielles des constituants est égale à la pression du mélange.

Exemple : bouteille d'air gonflée à 200 bars

L'air contient 20% d'oxygène et 80% d'azote ; dans une bouteille gonflée à 200 bars, on a :

- $pp_{\text{oxygène}} = 200 \times 20 / 100 = 40$ bars
- $pp_{\text{azote}} = 200 \times 80 / 100 = 160$ bars

NB : La somme fait bien 200 bars

L'effet des gaz respirés (oxygène, azote,...) sur l'organisme dépend essentiellement de leur pression partielle : au-delà de certains seuils, ces gaz deviennent toxiques (cf. § 3.4 et 3.7).

2.4 – Dissolution des gaz

Quand on met en contact un gaz sous pression et un liquide, le gaz se dissout progressivement dans le liquide : c'est ce qui se passe avec les sodas, dans lesquels est dissout du gaz carbonique.

La quantité de gaz qui se dissout dans le liquide dépend de plusieurs facteurs :

- la pression (la quantité augmente quand la pression augmente)
- la température (la quantité diminue quand la température augmente)
- l'affinité (ou solubilité) du gaz avec le liquide

Ce phénomène est réversible : lorsque la pression du gaz exercée sur le liquide diminue, le gaz dissout dans le liquide reprend sa forme gazeuse et s'échappe du liquide.

Le plongeur à l'air est concerné par la dissolution de l'azote dans le sang et les différents tissus qui composent son organisme : en effet, l'air respiré à une pression supérieure à celle régnant en surface va augmenter la quantité d'azote dissous dans son organisme et lui imposer de respecter une procédure de décompression (cf. § 4) pour revenir en surface afin d'éliminer progressivement cet azote excédentaire et d'éviter un accident de décompression (cf. § 3.2).

NB : La dissolution de l'oxygène n'entre pas en considération car ce gaz est peu soluble dans le sang ; il est essentiellement présent dans l'organisme sous forme combinée avec l'hémoglobine et n'obéit pas aux mêmes lois que les gaz dissous.

3 – Prévention des accidents

3.1 – Les baro-traumatismes

Ainsi que nous l'avons vu lors du niveau 1, ce sont des incidents ou des accidents dus aux variations des volumes d'air emprisonnés dans le corps du plongeur. On ne reviendra ici que sur les 2 plus importants : les oreilles et les poumons.

3.1.1 – Les oreilles

L'oreille est composée de 3 parties :

- l'oreille externe (pavillon et conduit auditif),
- l'oreille moyenne remplie d'air et qui communique avec la cavité buccale par des conduits étroits, les trompes d'Eustache ; l'oreille moyenne abrite une chaîne d'osselets qui transmet mécaniquement les vibrations sonores du tympan à l'oreille interne,
- l'oreille interne, baignée dans du liquide, qui est le siège de l'équilibre et de l'audition.

Lors de la descente, la pression extérieure s'exerçant sur le tympan augmente, ce qui nécessite d'équilibrer la pression de l'oreille moyenne à travers la trompe d'Eustache pour éviter d'endommager le tympan. Plusieurs manœuvres d'équilibrage sont possibles, elles doivent toujours être effectuées **avant** de ressentir une gêne, le plus doucement possible et sans crispation ; elles sont plus faciles à exécuter tête en haut que tête en bas.

- Valsalva : C'est la plus pratiquée car presque tout le monde peut la faire. Elle consiste à souffler par le nez, comme pour se moucher en pinçant les narines. On peut en même temps avancer la mâchoire inférieure, ce qui facilite l'ouverture des trompes.
- Frenzel : Elle est assez difficile à réaliser en plongée. Elle se fait par un mouvement de piston de la base de la langue vers le haut et l'arrière.
- BTV (béance tubaire volontaire) : C'est la méthode la plus douce, mais aussi la plus difficile à maîtriser ; elle est, de plus, impossible à réaliser pour certaines configurations de trompes d'Eustache. Elle consiste à maintenir la position que prend le voile du palais au cours du bâillement. Cette manœuvre nécessite de l'entraînement.

Si, à la suite d'une plongée au cours de laquelle vous avez dû forcer pour équilibrer vos oreilles, vous éprouvez une sensation de bourdonnement d'oreille, d'oreille bouchée ou de diminution de l'audition, il faut rapidement consulter un médecin ORL : ça peut être le signe d'une légère atteinte de l'oreille interne, complètement réversible si elle est prise en compte précocement.

Au cours des séjours en mers chaudes, rincez-vous les oreilles après chaque plongée avec de l'alcool boriqué (disponible en pharmacie) afin d'éviter de contracter une otite infectieuse : les eaux chaudes sont particulièrement propices aux développements bactériens.

3.1.2 – Les poumons

L'intérieur des poumons est constitué de petits sacs, les alvéoles, qui se remplissent et se vident d'air à chaque cycle ventilatoire. Ces alvéoles, en contact avec les capillaires sanguins, sont le siège des échanges d'oxygène et de gaz carbonique avec le sang. Si, lors d'une remontée, on empêche l'air de s'échapper librement des poumons, la dilatation de l'air va gonfler les alvéoles au-delà de leur limite d'élasticité et les distendre : c'est la surpression pulmonaire. Les lésions occasionnées peuvent avoir des conséquences très graves :

- difficulté, voire arrêt, respiratoire (les échanges d'oxygène avec le sang sont perturbés),
- toux et crachats sanglants,
- paralysie,
- perte de connaissance,
- arrêt cardiaque,...

Afin de prévenir cet accident, il faut impérativement :

- **ne jamais bloquer sa respiration** pendant la plongée, encore moins pendant la remontée,
- acquérir le **réflexe** de laisser échapper des bulles d'air par la bouche dès que l'on a plus le détenteur en bouche (à travailler lors des exercices d'assistance),
- insister sur l'**expiration** pendant la remontée, surtout si elle est un peu rapide.

3.2 – L'accident de décompression

On a vu au paragraphe 2.4 que les gaz sous pression se dissolvent progressivement dans les liquides de façon réversible. L'azote contenu dans l'air respiré sous pression va donc se dissoudre dans le sang pendant la plongée ; inversement, il va s'échapper du sang pour reprendre sa forme gazeuse lors de la remontée et après le retour en surface. La quantité d'azote dissoute dans le sang dépend de la profondeur (pression) et de la durée de la plongée : plus la plongée aura été profonde et longue, plus la quantité d'azote sera élevée. L'organisme ne peut pas, sans dommages, éliminer brutalement l'azote excédentaire : une décompression trop rapide conduirait à la formation de bulles (comme dans une bouteille de champagne ouverte brutalement) nocives pour l'organisme, ce qui constitue l'accident de décompression. En effet, la présence de bulles dans la circulation sanguine et dans les tissus va interrompre plus ou moins complètement le flux sanguin donc l'oxygénation des tissus irrigués. Selon les tissus affectés, les conséquences peuvent être :

- paralysie des membres,
- difficulté ou impossibilité d'uriner,
- vertiges, nausées (oreille interne),
- difficulté respiratoire,
- troubles de la vision,
- démangeaisons,
- état de fatigue générale intense,...

Pour prévenir de l'accident de décompression, il faut limiter la quantité d'azote dissoute dans l'organisme et assurer une décompression suffisamment progressive pour éviter un dégazage anarchique pathogène ; en particulier, il convient :

- de ne pas plonger (ou limiter la profondeur à 15 m) quand on est fatigué ou stressé,
- d'atteindre la plus grande profondeur au début de la plongée,
- de ne pas faire de plongée successive plus profonde que la première,
- de ne pas faire de plongée yo-yo (succession de montées et descentes),
- si vous vous essoufflez ou si vous avez froid, d'écourter la plongée et de majorer de quelques minutes les paliers (l'essoufflement et le froid sont des facteurs favorisant de l'accident de décompression),
- de respecter la vitesse de remontée préconisée par vos tables ou votre ordinateur en étant particulièrement vigilant à l'approche de la surface,
- de respecter scrupuleusement votre procédure de décompression (durée et profondeur des paliers) donnée par vos tables ou votre ordinateur,
- de ne pas limiter votre ventilation pendant les paliers : c'est la ventilation qui permet d'éliminer l'azote,
- de ne pas prendre l'avion dans les 24 heures suivant votre retour en surface (les avions sont pressurisés à 0,8 bar),
- de ne pas faire d'apnée après la plongée,
- de ne pas faire d'effort violent après la plongée.

3.3 – L'essoufflement

Si sur terre l'essoufflement est une situation désagréable qui ne présente qu'un risque très limité, sous l'eau il en va tout autrement. La sensation d'asphyxie ressentie par le plongeur

victime d'un essoufflement peut le conduire à adopter un comportement contraire à sa sécurité : remontée rapide vers la surface (risque de surpression pulmonaire ou de décompression trop rapide), expulsion du détendeur pour satisfaire le besoin oppressant de respirer, ce qui dans l'eau peut conduire à la noyade.

L'essoufflement survient quand la production de gaz carbonique par l'organisme, provoquée par un effort trop important, devient supérieure à la capacité de la respiration normale d'éliminer ce gaz toxique.

Pour l'éviter, il convient :

- de ne plonger que lorsque l'on est dans une forme physique raisonnable (ne pas plonger quand on manque de sommeil, ou après un repas copieux et arrosé),
- d'éviter les efforts importants pendant la plongée,
- dans le cadre d'une plongée en autonomie, de débiter la plongée contre le courant afin de revenir avec le courant,
- de ne pas s'immerger si on a le souffle court après un palmage soutenu en surface, mais d'attendre quelques minutes d'avoir récupéré,
- de respirer calmement, sans chercher à garder les poumons toujours pleins,
- de prévenir les membres de sa palanquée dès que l'on sent les premiers signes d'un essoufflement.

Si après la plongée, vous avez mal au crâne, c'est vraisemblablement que vous avez mal éliminé le gaz carbonique produit par votre organisme. Forcez-vous pendant la plongée à bien expirer, notamment si vous devez faire un petit effort.

3.4 – La narcose

La narcose est un trouble du système nerveux provoqué par l'azote contenu dans l'air lorsqu'il est respiré à pression élevée (sa pression partielle est supérieure au seuil toléré). Ce trouble survient à partir de 30 mètres pour les plongeurs les plus sensibles et il atteint tous les plongeurs au-delà de 60 mètres (limite réglementaire de la plongée à l'air en France). La sensibilité à la narcose varie d'un individu à l'autre, mais elle varie également pour un même individu d'un jour à l'autre. En particulier, la fatigue, le stress, le froid, la turbidité de l'eau et le manque d'accoutumance augmentent la sensibilité.

La narcose se manifeste par une sensation proche de celle que provoque l'ivresse (diminution des réflexes, altération du raisonnement, diminution de la concentration), mais également par d'autres symptômes tels que rétrécissement du champ de vision, dialogue intérieur, troubles auditifs (sifflements).

Afin d'éviter la narcose, il convient de :

- ne pas plonger au-delà de 30 mètres après une période d'interruption (supérieure à 1 mois),
- ne pas plonger au-delà de 30 mètres en cas de fatigue physique ou nerveuse,
- ne pas descendre trop rapidement,
- ne pas rechercher le record de profondeur.

3.5 – Le froid

La température de l'eau n'est pas uniforme, elle varie avec la profondeur. Le soleil chauffe la couche superficielle sur quelques centimètres et le brassage de l'eau transmet cette chaleur à quelques mètres ou dizaines de mètres de profondeur jusqu'à une zone de séparation entre l'eau chaude et l'eau froide ; cette zone s'appelle la thermocline. A 40 mètres, on a toutes les chances, même l'été en Méditerranée d'être sous la thermocline, c'est à dire dans une eau voisine de 13°C, donc sensiblement plus froide que la température d'équilibre thermique du corps dans l'eau, et dans laquelle on se refroidit très vite.

On a vu au niveau 1 que les effets du froid sur le plongeur augmentent sa consommation d'air, provoquent des frissons et des crampes, diminuent l'attention et peuvent aller jusqu'à provoquer une perte de conscience. Ces conséquences présentent des risques accrus lorsqu'on évolue à 40 mètres dans une eau à 13°C et que l'on doit respecter une procédure de décompression (d'autant plus que le froid est un facteur favorisant de l'accident de décompression).

Il est donc primordial de se protéger efficacement.

A titre préventif, on s'assurera avant de plonger :

- d'être suffisamment couvert afin de ne pas se mettre à l'eau en ayant déjà froid,
- de s'alimenter correctement (sucres lents : pâtes, pain, ...),
- d'être bien reposé (la fatigue augmente la sensibilité au froid).

Si malgré tout vous avez froid pendant la plongée :

- prévenez votre palanquée,
- faites un palier de sécurité ou majorez vos paliers de décompression.

Après la plongée :

- bien se couvrir,
- prendre une boisson chaude, mais pas d'alcool (l'alcool donne l'impression d'un réchauffement immédiat, mais favorise le refroidissement ultérieur).

3.6 – La noyade

La noyade est une inhalation et/ou une ingestion d'une quantité plus ou moins importante d'eau. Elle provoque un état de choc et une détresse ventilatoire qui peut aller jusqu'à la syncope. Le plongeur y est exposé lorsqu'il évolue en immersion (essoufflement, narcose, défaillance du matériel, situation de stress intense,...), mais également en surface (fatigue, mer formée).

En cas de noyade, il faut ramener l'accidenté en surface à la vitesse normale de remontée, le maintenir en surface en gonflant son gilet et donner l'alerte.

Quelques éléments de prévention :

- entretenir sa forme physique,
- ne pas prendre le soleil immédiatement avant de se mettre à l'eau (risque de choc thermo-différentiel),
- utiliser un détendeur en bon état (révisé régulièrement),
- rester groupés sous l'eau,
- ne pas rechercher "l'exploit" ou la performance.

3.7 – L'hyperoxie

Il s'agit de l'effet toxique de l'oxygène sur l'organisme lorsqu'il est respiré sous une pression partielle excessive.

Le plongeur à l'air est peu concerné par ce problème qui intéresse essentiellement les plongeurs utilisant des mélanges, en particulier le nitrox qui est un air enrichi en oxygène. Au dessus d'une pression partielle de 1,6 bar, l'oxygène a un effet toxique et peut déclencher des convulsions qui risquent de se conclure par une noyade. Ce phénomène a été mis en évidence par le physiologiste français Paul Bert en 1873.

L'utilisation de mélanges en plongée nécessite une formation et une qualification spécifiques et ne doit en aucun cas être improvisée.

3.8 – La panne d'air

On a vu au paragraphe 2.1 que la consommation d'air augmente avec la profondeur. Ainsi, à 40 mètres (profondeur accessible à un niveau 2 encadré), la consommation est 5 fois plus élevée qu'en surface. Cette profondeur ne sera donc accessible qu'à la condition de savoir bien gérer son stock d'air et d'avoir une consommation raisonnable ; en effet, rien ne sert d'aller à 40 mètres si la plongée doit être écourtée au bout de 5 minutes pour éviter la panne d'air. **L'obtention du niveau 2 n'ouvre pas un droit automatique à la profondeur.** Dans ce paragraphe, vous trouverez quelques conseils pour une bonne gestion du stock d'air ; revenez-y périodiquement pour analyser et améliorer votre pratique personnelle.

Avant la plongée

- une bonne hygiène de vie est souhaitable : l'alcool, la consommation régulière de tabac², l'embonpoint, le manque de sommeil influent directement sur la consommation d'air,
- entretenez votre forme physique : un entraînement hebdomadaire d'environ 1 heure (piscine par exemple) semble être un minimum raisonnable,
- entraînez-vous à prendre conscience de votre ventilation, recherchez une ventilation calme et essayez de reproduire le même rythme sous l'eau.

En surface

(à ne pas négliger car il n'est pas rare de voir des plongeurs arriver au fond en ayant déjà consommé le quart de leur bouteille !...)

- pour gagner le point d'immersion, adoptez un palmage dorsal, gilet à demi gonflé, détendeur en main : la ventilation est plus aisée qu'en palmage ventral et on ne consomme pas le stock d'air de la bouteille,
- forcez sur l'expiration afin d'éviter un essoufflement,
- assurez-vous que vous avez récupéré avant de vous immerger, ne vous immergez jamais avec une ventilation haletante, n'hésitez pas à prévenir vos coéquipiers si nécessaire,
- assurez-vous que vous avez bien purgé tout l'air du gilet au moment de l'immersion : si l'on doit se battre pour s'immerger, on surconsomme et on risque un essoufflement,
- ne luttez pas dans le courant s'il y en a : déhalez-vous sur le mouillage.

Pendant la plongée

- ne cherchez jamais à économiser votre air en retenant votre respiration, ceci conduirait à une augmentation du CO₂ dans l'organisme, génératrice de maux de tête et favorisant l'essoufflement et le déclenchement d'un accident de décompression,
- ventilez calmement en insistant sur l'expiration (de courtes apnées expiratoires permettent de contrôler et de prévenir l'essoufflement),
- supprimez les mouvements inutiles (notamment des bras), ne soyez pas agité, essayez d'être le plus fluide possible,
- veillez à être bien équilibré : il faut à tout moment pouvoir maintenir son niveau d'immersion à l'aide de sa ventilation, sans palmage de sustentation,
- ne vous sur-lestez pas : à 10 mètres, vous devez pouvoir vous équilibrer grâce à votre ventilation, gilet vide et sans palmer ; diminuez votre lestage jusqu'à y parvenir,
- surveillez régulièrement votre manomètre (sans tomber dans l'obsession) et prévenez les membres de la palanquée lorsque vous atteignez 100 bars par le signe demi-bouteille.

Au palier

- la plongée est presque finie, on est à faible profondeur donc la consommation est faible, il reste environ 50 bars dans la bouteille ⇒ on ventile sans aucune retenue, même plutôt plus que nécessaire afin de bien éliminer l'azote accumulé.

² La consommation régulière de tabac augmente sensiblement et durablement la ventilation car les gaz inhalés, dégagés par la combustion du tabac, diminuent l'aptitude du sang à véhiculer l'oxygène ; il faut donc plus d'air pour fournir la quantité d'oxygène requise par l'organisme.

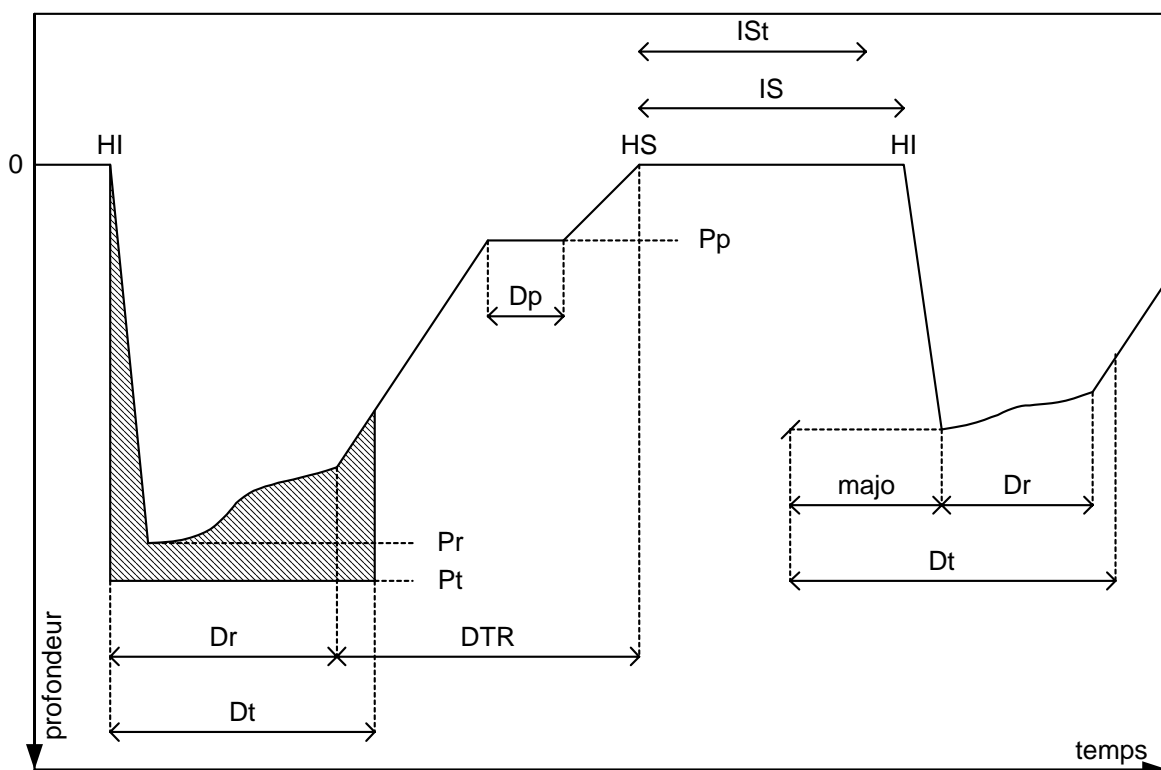
4 – La décompression

On a vu au paragraphe 3.2 que pour éviter un accident de décompression, il fallait impérativement respecter une procédure de décompression. Il en existe plusieurs qui reposent sur l'utilisation soit de tables, soit d'ordinateurs. Pour les examens de la FFESSM, il est demandé de connaître l'utilisation des tables MN90.

4.1 – Utilisation des tables MN90

Les tables vont vous permettre de connaître, en fonction de la profondeur et de la durée de la plongée, les paliers éventuels qu'il vous faudra respecter. La vitesse de remontée du fond est de 15m/', la vitesse de remontée entre paliers et du dernier palier à la surface est de 6m/'. 2 plongées par jour au maximum sont possibles.

Le schéma ci-dessous, qui représente un profil de plongée au cours du temps, résume les principales définitions à connaître pour utiliser les tables :



- HI : heure d'immersion
- Pr : profondeur réelle de la plongée = profondeur maxi atteinte
- Pt : profondeur d'entrée dans les tables (arrondie à la valeur supérieure)
- Dr : durée réelle de la plongée jusqu'au début de la remontée à 15m/'
- Dt : durée d'entrée dans les tables (arrondie à la valeur supérieure)
- Dp : durée de palier
- Pp : profondeur de palier
- DTR : durée totale de remontée, du début de la remontée jusqu'à l'arrivée en surface
- GPS : groupe de plongée successive (représente l'azote accumulé lors de la plongée)
- HS : heure de sortie
- IS : intervalle de surface = temps écoulé entre l'heure de sortie de la 1^{ère} plongée et l'heure d'immersion de la 2^{ème} plongée
- ISt : intervalle de surface d'entrée dans les tables (arrondi à la valeur inférieure)
- majo : majoration due à l'azote accumulé lors de la 1^{ère} plongée

Les tables sont présentées en annexe (cf. §7).

Attention : Si vous plongez en altitude, les tables ne doivent pas être utilisées telles quelles ; elles sont calculées pour être utilisées exclusivement au niveau de la mer. Demandez au directeur de plongée de vous indiquer les corrections à apporter.

4.1.1 – Plongée simple

C'est une plongée intervenant au moins 12h après toute autre plongée.

On entre dans la table avec la profondeur maxi atteinte arrondie à la valeur supérieure, sur la ligne de la durée réelle également arrondie à la valeur supérieure on peut lire la durée des différents paliers, la durée totale de la remontée et le GPS.

La zone hachurée sur le schéma représente la marge de sécurité que donne la table (plongée carrée arrondie aux valeurs supérieures) par rapport au profil réel.

Exemple : Pour une plongée de 24' à 36m, on prendra une profondeur de 38m et une durée de 25', ce qui donne 1' de palier à 6m et 16' à 3m, une durée totale de remontée de 21' et un GPS J.

NB : Si la remontée est effectuée à une vitesse inférieure à 15m/', on doit inclure la durée de la remontée à la durée de la plongée.

4.1.2 – Courbe de sécurité

C'est la durée maximale que l'on peut rester à différentes profondeurs sans avoir à réaliser de paliers. Il est utile de la connaître car elle donne de bons repères :

profondeur	durée	profondeur	durée
10m	illimité	25m	20'
12m	2h15'	30m	10'
15m	1h15'	35m	5'
20m	40'	40m	5'

4.1.3 – Plongée successive

C'est une plongée intervenant de 15' à 12h après une 1^{ère} plongée.

Pendant l'intervalle de surface, l'azote accumulé lors de la 1^{ère} plongée n'a pas été totalement éliminé et va s'additionner à l'azote accumulé lors de la 2^{ème}. Au-delà de 12h, on peut considérer que tout l'azote a été éliminé. Pour tenir compte de cet azote résiduel, on utilise le GPS de la 1^{ère} plongée et l'intervalle de surface arrondi à la valeur inférieure avec lesquels on entre dans le tableau 1. A l'intersection du GPS et de l'IS, on trouve l'azote résiduel dans l'organisme au départ de la plongée successive. Avec ce chiffre (arrondi à la valeur supérieure) on entre en ligne dans le tableau 2, et on trouve à l'intersection de la colonne de la profondeur de la 2^{ème} plongée (arrondie à la valeur supérieure) une majoration en minutes à ajouter à la durée de la plongée successive. Cette majoration correspond au temps qu'il aurait fallu rester à la profondeur de la 2^{ème} plongée pour avoir le même niveau de saturation initiale s'il s'agissait d'une plongée simple.

Exemple : 3h15 après la plongée du paragraphe précédent, on s'immerge à 19m pendant 27'. Dans le tableau 1, on trouve pour J et 3h00 (IS arrondi à la valeur inférieure) un azote résiduel de 0,96 que l'on arrondit à 0,99 pour entrer dans le tableau 2, ce qui donne une majoration de 22' à 20m. La durée à prendre en compte pour entrer dans les tables est donc 27'+22'=49', que l'on arrondit à 50', ce qui donne un palier de 4' à 3m.

4.1.4 – Remontées anormales

En cas de remontée trop rapide (supérieure à 15m/'), il faut regagner la demi-profondeur de la plongée en moins de 3' et y rester 5' avant d'amorcer une remontée à 15m/' vers la profondeur du 1^{er} palier. La durée de la plongée à prendre en compte est le temps écoulé entre l'immersion et le début de la remontée à 15m/' : le temps mis à rejoindre la mi-profondeur, ainsi que le palier de 5' sont intégrés à la durée de la plongée pour le calcul des paliers, qui comprendront un minimum de 2' à 3m.

En cas de non-exécution, ou de mauvaise exécution d'un palier, il faut se réimmerger en moins de 3' et reprendre intégralement le palier interrompu, puis poursuivre la décompression initiale.

Dans tous les cas, l'ensemble de la palanquée devra appliquer la même procédure et la réimmersion ne sera faite que s'il n'y a aucun signe d'accident de décompression chez les plongeurs impliqués ; en cas de signe d'accident de décompression, il faut prévenir la sécurité surface du bateau qui déclenchera les secours.

Attention : Le non-respect des règles normales de décompression augmentent significativement le risque d'accident. Les procédures indiquées ci-dessus ne présentent aucune garantie et doivent donc être considérées comme exceptionnelles.

4.2 – Utilisation des ordinateurs

Les ordinateurs calculent en permanence la saturation et la désaturation en azote de votre organisme en fonction du profil réel de la plongée, et non de la profondeur maxi comme c'est le cas avec les tables, ce qui les rend beaucoup moins pénalisants pour des plongées longues où l'on reste peu de temps à la profondeur maxi. Bien que l'outil soit très séduisant, son utilisation impose quelques précautions :

- Lire la notice complètement (ça paraît évident, mais ...).
- N'utiliser les informations de décompression indiquées que pour des profils normaux : les ordinateurs (à part quelques rares modèles) ne prennent pas en compte les phénomènes complexes qui se passent dans le cas de plongées yo-yo, de profils inversés, de remontées rapides (c'est d'ailleurs mentionné dans la notice).
- Adopter la décompression de l'ordinateur le plus contraignant de la palanquée : aucun des membres de la palanquée n'aura le même profil réel, donc il y a toutes les chances que les décompressions soient différentes ; il est donc très important de communiquer pendant la plongée pour s'assurer que tous les plongeurs ont une décompression compatible avec les possibilités de chacun.
- Aligner la vitesse de remontée sur la plus lente préconisée (les différents ordinateurs utilisent des vitesses différentes).
- Ne pas se prêter ou s'échanger les ordinateurs entre 2 plongées consécutives : l'ordinateur garde la mémoire de la saturation antérieure et en tient compte pour les plongées suivantes.

Attention : Les ondes électromagnétiques produites par un téléphone portable peuvent déprogrammer votre ordinateur de plongée ; veillez à ne pas stocker votre ordinateur à proximité d'un téléphone portable allumé.

5 – Le choix du matériel

Avec l'obtention du niveau 2, de nouveaux horizons s'offrent à vous (séjours exotiques, croisières, ...) et vous allez probablement commencer à acquérir votre matériel personnel. Ce chapitre présente quelques considérations relatives au choix des éléments principaux de l'équipement. N'hésitez pas, néanmoins, à demander conseil aux moniteurs du club.

5.1 – La combinaison

C'est généralement la première pièce d'équipement dans laquelle on investit. Les modèles les plus courants sont :

- La monopièce : Elle est facile à mettre et à enlever, elle peut être modulée en lui adjoignant une surveste (veste à sous-cutale sans manches et sans cagoule) qui doublera l'épaisseur au niveau du tronc pendant les périodes froides.
- La 2 pièces : Constituée d'une salopette et d'une veste à cagoule. La veste peut être avec ou sans fermeture éclair ; dans ce dernier cas, la protection thermique est meilleure, mais l'habillage et le déshabillage sont beaucoup plus pénibles et nécessitent de l'aide.
- La semi-étanche : Elle est équipée de manchons lisses aux poignets, aux chevilles et à la cagoule et d'une fermeture étanche dans le dos. Elle prend un peu l'eau, mais évite les circulations. Elle nécessite de l'aide pour s'équiper et se déséquiper. La fermeture éclair étanche doit être entretenue avec grand soin car c'est son maillon faible et son remplacement coûte à peu près le prix de la combinaison.
- L'étanche : C'est un vêtement technique adapté aux eaux très froides (< 10°C) ; il nécessite un lestage très important qui peut fatiguer les dos fragiles.

Dans tous les cas, une souris de 1 ou 2 mm bien ajustée permettra de moduler votre protection en fonction de la saison et de la température de l'eau.

Les manchons lisses qui équipent les poignets et les chevilles de certaines combinaisons afin d'éviter les entrées d'eau sont assez fragiles et ont tendance à se déchirer ou à se décoller avec le temps. Il faut noter que si la combinaison est bien ajustée, l'eau susceptible d'entrer ne pourra pas circuler et ne sera donc pas gênante.

De nombreux fabricants proposent, pour un surcoût raisonnable, une confection sur mesures qui garantit un ajustement optimal et donc une meilleure efficacité.

Afin de prolonger sa durée de vie, il faut prendre soin de la rincer après chaque plongée et de la faire sécher à l'ombre (le soleil "cuit" le néoprène et accélère son vieillissement).

5.2 – Ordinateur ou profondimètre ?

Ces pièces d'équipement sont obligatoires pour plonger en autonomie.

Les profondimètres électroniques indiquent généralement la profondeur instantanée et la profondeur maxi ainsi que la durée de l'immersion et l'intervalle de surface ; ils donnent ainsi l'ensemble des paramètres de plongée nécessaires pour entrer dans les tables. Ils affichent également des alarmes en cas de remontée trop rapide. Ils coûtent moins cher que les ordinateurs, obligent les jeunes niveaux 2 à pratiquer l'utilisation des tables et peuvent toujours être utilisés comme instrument de secours en cas de panne d'ordinateur (ce qui arrive plus souvent qu'on ne le souhaiterait) si vous décidez ultérieurement d'en acquérir un.

Les ordinateurs se distinguent par les modèles de décompression qu'ils utilisent (il peut être utile de comparer les courbes de sécurité des différents modèles entre eux et avec la table MN90) et les informations qu'ils fournissent au plongeur. Tant qu'il n'y a pas de palier à faire, l'ordinateur indique le temps que l'on peut rester à la profondeur courante avant d'avoir à

effectuer des paliers. Lorsque la désaturation nécessite des paliers, l'affichage change et indique la profondeur du premier palier et la durée de la décompression. Les modèles d'entrée de gamme se limitent à cette indication alors que les modèles plus évolués indiquent en plus la durée totale de la remontée (paliers compris) et éventuellement la durée du 1^{er} palier ; si l'on prévoit de faire des plongées avec paliers, il faut bien sûr privilégier un ordinateur affichant la durée de la décompression afin d'être en mesure de gérer au mieux son stock d'air.

Quel que soit votre choix, il est fortement recommandé d'avoir toujours sur soi (en plongée) un jeu de tables et d'en maîtriser l'utilisation.

5.3 – Le gilet

Dans les textes, il est officiellement appelé "système de sécurité gonflable" (SSG). Il est obligatoire pour plonger en autonomie.

Afin d'éviter que la bouteille ne roule sur le dos, il doit pouvoir être bien ajusté au corps, essentiellement grâce à la sangle abdominale dont la longueur doit être adaptée à votre morphologie. Il conviendra de l'essayer soigneusement, si possible sur votre combinaison habituelle (pensez toutefois qu'en mer chaude, vous utiliserez probablement une combinaison plus fine). Son volume doit permettre de compenser l'écrasement de la combinaison avec la profondeur (une combinaison épaisse de mer froide s'écrase plus qu'une combinaison fine de mer chaude : un gilet de mer chaude pourra donc avoir un volume plus faible qu'un gilet de mer froide) et de remonter un équipier en difficulté ; les volumes courants sont compris entre 15 et 25 litres. Les très gros volumes (au-dessus de 30 litres) sont à réserver aux plongeurs techniques (spéléo, mélanges,...).

Les sangles d'épaules peuvent être réglables ou enveloppantes : les premières s'adaptent à des gabarits différents, mais les secondes sont plus confortables (c'est également une affaire de goût personnel).

Il doit être équipé d'une purge haute et d'une purge basse en plus de la purge lente située sur l'inflateur.

5.4 – Le détendeur

Le rôle du détendeur est de fournir au plongeur de l'air à la demande et à la pression ambiante à partir d'une réserve d'air comprimé (la bouteille). Si les premiers détendeurs ne comportaient qu'un étage pour assurer la détente (détendeur Mistral utilisé dans les premiers films du Commandant Cousteau), les détendeurs actuels sont tous constitués de 2 étages. Le premier étage, fixé sur la robinetterie de la bouteille, détend l'air de la haute pression (HP) de la bouteille à la moyenne pression (MP), généralement 8 à 15 bar supérieure (selon les modèles de détendeur) à la pression ambiante (PA). Cet air MP est amené par un flexible vers le 2^{ème} étage, tenu en bouche, qui le détend à la PA.

Il existe plusieurs technologies de 1^{er} étage :

- Le premier étage peut être à piston ou à membrane. Les détendeurs à piston sont très simples et très robustes. Les détendeurs à membranes sont un peu plus complexes, mais leur mécanisme protégé par la membrane les rend bien adaptés aux eaux très froides ou très chargées.
- La compensation du premier étage permet d'affranchir la MP de la baisse de la HP au cours de la plongée : un détendeur à piston non compensé sera plus "dur" en fin de plongée (la MP baisse avec la HP), alors qu'un détendeur à membrane non compensé sera plus "souple" en fin de plongée (la MP augmente quand la HP baisse). Avec un détendeur compensé, la MP sera stable, quelque soit la pression dans la bouteille.

Pour le 2^{ème} étage, les fabricants proposent des détendeurs comportant plus ou moins de boutons de réglage. Au-delà de ces fioritures, il faut veiller à la légèreté de l'appareil et au confort de l'embout qui éviteront la fatigue des mâchoires lors des plongées longues (effectuées plutôt dans les mer chaudes).

Le manomètre immergeable permet de contrôler à tout moment la pression de l'air dans la bouteille au cours de la plongée, et donc de gérer son stock d'air.

Le 2^{ème} étage de secours (ou octopus) est obligatoire en autonomie. Il se raccorde sur une sortie MP du 1^{er} étage. Il devra être équipé d'un flexible suffisamment long (1 m) afin de ne pas entraver les plongeurs lors de l'utilisation ; le flexible et le détendeur seront préférentiellement de couleur jaune afin de bien les distinguer. Au montage, on veillera à ce que le flexible soit disposé du côté qui permet de donner l'embout à un plongeur situé face à face (détail d'importance si l'on veut éviter de faire des nœuds avec le flexible dans une situation d'assistance par nature un peu stressante).

5.5 – La bouteille

La réglementation des bouteilles impose qu'elles soient démontées et inspectées visuellement (intérieur et extérieur) tous les ans par une personne qualifiée. Elles doivent être réévaluées tous les 5 ans si elles sont suivies en club (et inscrites dans un registre). Pour les bouteilles personnelles de plongeurs indépendants, la réévaluation doit être faite tous les 2 ans.

En fonction de votre consommation, vous opterez pour une 12 l ou une 15 l, ou pour un volume intermédiaire de 13,5 l qui commence à apparaître sur le marché. La pression de service peut être de 200 bar ou de 230 bar, mais on trouve encore peu de gonfleurs qui dépassent 200 bar, donc la différence de prix n'est pas forcément justifiée.

Si vous avez l'intention de passer le brevet d'initiateur ou le niveau 4, vous opterez pour une robinetterie à 2 sorties, obligatoire pour les encadrants.

6 – Un peu de réglementation

6.1 – Prérogatives du niveau 2

Le plongeur niveau 2 peut accéder à l'espace lointain (40 mètres) encadré par un plongeur niveau 4 minimum. Si les conditions sont favorables (météo, état de la mer, courant, visibilité,...) le directeur de plongée peut autoriser des plongeurs niveau 2 majeurs à plonger en autonomie dans l'espace médian (20 mètres) ; il fixe alors les conditions et les paramètres de la plongée. En autonomie, la palanquée est composée de 2 ou 3 plongeurs équipés **chacun** "d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé leur permettant de regagner la surface et de s'y maintenir, ainsi que des moyens de contrôler personnellement les caractéristiques de la plongée et de la remontée", ainsi que "d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout", autrement dit un gilet et un octopus, ainsi qu'un ordinateur, ou des tables associées à un profondimètre et une montre ou un timer.

6.2 – Assurances et responsabilité

La responsabilité civile est engagée en cas de **dommage** occasionné à autrui : l'auteur du dommage doit réparer sa faute en indemnisant la **victime**. Cette responsabilité doit être assurée, par exemple en souscrivant la licence de FFESSM pour ce qui concerne les activités liées à la plongée, et c'est alors l'assureur qui se substitue à l'auteur pour indemniser la victime.

La responsabilité pénale est engagée lorsqu'il y a **infraction** à la loi pénale : l'auteur de l'infraction doit "réparer" sa faute vis-à-vis de la **société** (amende, emprisonnement,...). Cette responsabilité ne peut pas être assurée.

Dans le cadre de l'autonomie dont vous disposerez en tant que niveau 2, c'est essentiellement votre responsabilité civile qui peut être impliquée en cas d'accident survenant au sein de votre palanquée.

Afin de couvrir les dommages que vous pourriez vous occasionner à vous même dans le cadre de la pratique de la plongée, il peut être utile de souscrire une assurance individuelle complémentaire. Une telle assurance est proposée optionnellement avec la licence ; elle comporte différents niveaux de garanties couvrant, dans le monde entier, les frais de recherche et de sauvetage, les frais de rapatriement, les frais de traitement, un capital invalidité et un capital décès. Avec le niveau 2, vous êtes susceptible de vous initier aux joies de la plongée exotique, et dans ce contexte, une assurance individuelle est fortement recommandée. N'hésitez pas à demander conseil aux moniteurs du club ou aux membres du Comité.

NB : La plongée est considérée comme une activité à risque et fait souvent partie des exclusions des contrats d'assurance vie et d'assurance invalidité : le plongeur doit informer son assureur de la pratique de la plongée et ce dernier pourra accepter de couvrir le risque ou proposer une surprime ou résilier le contrat.

6.3 – La FFESSM

La Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins est déléguée par le ministère de la Jeunesse et des Sports pour l'organisation de la pratique et de l'enseignement de la plongée en France. Elle regroupe les clubs associatifs et les structures commerciales agréées qui lui sont affiliés. Elle possède une organisation décentralisée selon 2 axes : 1 axe géographique (comités départementaux, régionaux et inter-régionaux) et 1 axe relatif aux activités proposées (les commissions). Les activités représentées dans les commissions sont notamment l'archéologie subaquatique, l'audiovisuel, la biologie subaquatique, le

juridique, le médical, la pêche sous-marine et l'apnée, la plongée souterraine et la technique. Ces commissions sont généralement représentées au niveau des comités ; il existe ainsi une commission départementale de biologie des Bouches-du-Rhône, une commission régionale audiovisuelle de Provence et une commission technique nationale (chargée notamment de définir les cursus de formation des plongeurs).

6.4 – Les autres organismes

La CMAS (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques), créée à l'initiative du commandant Cousteau, est une "super fédération" regroupant des fédérations nationales semblables à la FFESSM. Il existe des équivalences entre ses brevets et ceux de la FFESSM : ainsi, le niveau 2 FFESSM est équivalent au brevet de plongeur 2 étoiles de la CMAS, lequel figure sur la carte plastifiée qui vous est adressée après l'obtention de votre diplôme, et est reconnu mondialement.

L'ANMP et le SNMP sont des syndicats représentant les intérêts des moniteurs de plongée professionnels. Ils ont développé leurs propres cursus de formation qui disposent également d'équivalences avec ceux de la FFESSM.

PADI est une organisation commerciale américaine fonctionnant sur le principe des structures franchisées. Elle a développé ses cursus de formation bâtis selon des standards très codifiés. Il n'existe pas d'équivalence entre ses brevets et ceux de la FFESSM.

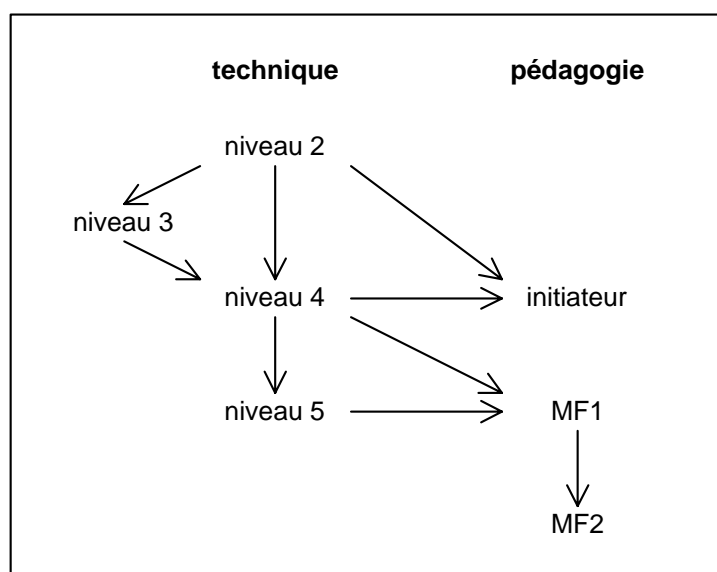
6.5 – Après le niveau 2

La progression technique après le niveau 2 offre la possibilité de s'orienter vers le niveau 3 ou directement vers le niveau 4 :

- le niveau 3 permet de plonger en autonomie (entre niveaux 3) jusqu'à 60 mètres (limite réglementaire de la plongée à l'air),
- le niveau 4 permet d'encadrer des niveaux inférieurs en exploration (niveaux 1 jusqu'à 20 mètres, niveaux 2 jusqu'à 40 mètres).

Le niveau 2 permet également une ouverture vers la pédagogie grâce au brevet d'initiateur :

- un niveau 2 ou 3 + initiateur peut faire des baptêmes et enseigner (sous la responsabilité d'un moniteur) jusqu'à 6 mètres, donc participer à la formation des niveaux 1,
- un niveau 4 + initiateur peut enseigner (sous la responsabilité d'un moniteur) jusqu'à 20 mètres, donc participer à la formation des niveaux 2.



Prof.	Durée	9m	6m	3m	DTR	GPS
32m	20'			3	6	G
	25'			6	9	H
	30'			14	17	I
	35'			22	25	K
	40'		1	29	33	K
	45'		4	34	41	L
	50'		7	39	49	M
	55'		11	43	57	N
	1h00'		15	46	64	N
	1h05'		19	48	70	O
1h10'		23	50	76	O	
35m	5'				3	C
	10'				3	D
	15'			2	5	F
	20'			5	8	H
	25'			11	14	I
	30'		1	20	24	J
	35'		2	27	32	K
	40'		5	34	42	L
	45'		9	39	51	M
	50'		14	43	60	N
55'		18	47	68	N	
1h00'		22	50	75	O	
1h05'	2	26	52	84	*	
1h10'	4	28	57	93	*	
38m	5'				3	C
	10'			1	4	E
	15'			4	7	F
	20'			8	11	H
	25'		1	16	21	J
	30'		3	24	31	K
	35'		5	33	42	L
	40'		10	38	52	M
	45'		15	43	62	N
	50'		20	47	71	N
55'	2	23	50	79	O	
1h00'	5	27	53	89	P	
1h05'	8	29	58	99	*	
1h10'	11	31	62	108	*	
40m	5'				3	C
	10'			2	5	E
	15'			4	7	G
	20'		1	9	14	H
	25'		2	19	25	J
	30'		4	28	36	K
	35'		8	35	47	L
	40'		13	40	57	M
	45'	1	18	45	68	N
	50'	2	23	48	77	O
55'	5	26	52	87	O	
1h00'	8	29	57	98	P	
1h05'	12	31	61	108	*	
1h10'	15	33	66	118	*	

Prof.	Durée	12m	9m	6m	3m	DTR	GPS
42m	5'					3	C
	10'				2	6	E
	15'				5	9	G
	20'			1	12	17	I
	25'			3	22	29	J
	30'			6	31	41	L
	35'			11	37	52	M
	40'		1	16	43	64	N
	45'		3	21	47	75	*
	50'		6	24	50	84	*
55'		8	29	55	96	*	
1h00'		13	30	60	107	*	
45m	5'					3	C
	10'				3	7	F
	15'			1	6	11	H
	20'			3	15	22	I
	25'			5	25	34	K
	30'			9	35	48	L
	35'		1	15	40	60	M
	40'		3	20	46	73	N
	45'		6	24	50	84	*
	50'		10	28	54	96	*
55'		14	30	60	108	*	
1h00'	1	18	32	65	121	*	
48m	5'					4	D
	10'				4	8	F
	15'			2	7	13	H
	20'			4	19	27	J
	25'			7	30	41	K
	30'		1	12	37	55	M
	35'		3	18	44	70	N
	40'		6	23	48	82	O
	45'		10	27	53	95	*
	50'	1	14	30	59	109	*
55'	2	18	32	64	121	*	
1h00'	5	19	36	70	135	*	
50m	5'				1	5	D
	10'				4	8	F
	15'			2	9	15	H
	20'			4	22	30	J
	25'		1	8	32	46	L
	30'		2	14	39	60	M
	35'		5	20	45	75	N
	40'		9	24	50	88	O
	45'	1	12	29	55	102	*
	50'	2	17	30	62	116	*
55'	5	19	34	67	130	*	
52m	5'				1	5	D
	10'			1	4	10	F
	15'			3	10	18	I
	20'		1	5	23	34	K
	25'		2	9	34	50	L

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

* : plongées successives interdites

Tableau 1 : Evolution de l'azote résiduel entre 2 plongées

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

Tableau 2 : Détermination de la majoration en minutes

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