



COURS THEORIQUE NIVEAU I

I - Notion élémentaire de physique	page 1
<ul style="list-style-type: none"> • Force et pression • Principe d'archimede • Loi de mariotte 	
II - Les accidents barotraumatiques.....	page 3
<ul style="list-style-type: none"> • Placage de masque • Les dents • Les oreilles • Les sinus • Les poumons • Les intestins 	
III - L'accident de décompression	page 4
IV - L'essoufflement	page 5
V - La noyade	page 5
VI - Le matériel	page 5
<ul style="list-style-type: none"> • Le masque • Les palmes • La ceinture • La combinaison • Le scaphandre • Le détendeur • La montre • Le profondimètre • Les tables de plongée • Le gilet stabilisateur • Le couteau • Les gants & chaussons • La lampe • Le compas ou boussole 	
VII - Les tables de plongée.....	page 8
<ul style="list-style-type: none"> • Les tables de plongée • La courbe de sécurité 	
VIII - Sécurité, prérogatives et organisation	page 9
IX - Les signes.....	page 11



I - NOTION ELEMENTAIRE DE PHYSIQUE

La compréhension du mécanisme des barotraumatismes nécessite quelques notions de physique de base.

PRESSION ET FORCE

Définition de la force : Toute cause capable de déformer un corps ou d'en modifier l'état de repos ou le mouvement (direction, vitesse)

L'unité de force utilisée en plongée est le kilogramme. Il correspond au poids d'une masse de 1kg. Lorsque cette force s'applique sur une surface, nous pouvons parler de pression.

La pression est l'action d'une force sur une surface soit la formule :

$$\text{Pression} = \text{Force} / \text{Surface}$$

Pour la plongée, l'unité de pression utilisée est le bar qui correspond à une force de 1kg sur une surface de 1cm².

La pression atmosphérique est la pression due au poids de l'air au-dessus de nous. Au niveau de la mer, elle est en moyenne d'1 bar.

$$1 \text{ bar} = 1\text{kg}/\text{cm}^2 = 1 \text{ atm (atmosphere)}$$

La pression hydrostatique est la pression due au poids de l'eau se trouvant au-dessus du plongeur. Elle est proportionnelle à la profondeur et augmente d'1 bar tous les dix mètres d'eau.

La pression absolue ou ambiante est la pression réelle à laquelle est soumis le plongeur. Elle est donc égale à :

$$\text{Pression absolue} = \text{pression atmosphérique} + \text{pression hydrostatique}$$

Profondeur	Pression Atmo.	Pression Hydro.	Pression Absolue
0m	1	0	1
10m	1	1	2
20m	1	2	3
30m	1	3	4
40m	1	4	5
70m	1	7	8

On constate par ce tableau que la pression absolue double :

- Entre 0 et 10 mètres
- Entre 10 et 30 mètres
- Entre 30 et 70 mètres

PRINCIPE D'ARCHIMEDE

« Tout corps plongé dans un liquide subit de la part de celui-ci une poussée verticale de bas vers le haut égale au poids du volume d'eau déplacé. »

En pratique pour la plongée, l'exercice des poumons ballast est l'exemple même du principe d'archimède.

- On monte si on inspire (augmentation du volume)
- On descend si on expire (diminution du volume)

On le retrouve également avec l'utilisation du gilet stabilisateur.

LOI DE MARIOTTE

« A température constante, le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit »

$$C = P \times V$$

(Constante = Pression x Variation)

Les liquides et les solides sont incompressibles. Par contre, les gaz sont aisément compressibles.

En pratique pour la plongée, toutes parties du corps contenant un gaz sont concernées par cette loi. (poumon, sinus, masque, ...)

La variation de pression sur ces gaz est à l'origine des accidents barotraumatiques.

II - LES ACCIDENTS BAROTRAUMATIQUES

On en dénombre six.

	Mécanisme	Symptômes	Prévention
PLACAGE DU MASQUE	A la descente, la pression ambiante augmente, l'air contenu dans le masque se trouve en dépression. Le masque se comporte comme une ventouse.	Maux de tête, taches de sang dans le blanc de l'œil, saignement de nez.	Soufflez par le nez lors de la descente.
LES DENTS	L'air peut pénétrer dans une dent cariée non soignée ou dans un plombage non étanche. A la remonté, l'air contenu dans la dent se dilate, et ne peut s'échapper suffisamment vite.	Douleur pouvant être violente.	Ne pas plongée en cas de douleur dentaire. Visitez votre dentiste régulièrement. Remonté très doucement lors de la plongée.

LES OREILLES	A la descente, la pression augmente sur le tympan, qui se déforme occasionnant une douleur. Si le canal (trompe d'eustache) qui relie les voies aériennes à l'oreille moyenne est obstrué (rhinites, rhumes,...), il nous empêche d'équilibrer.	Douleur pouvant aller jusqu'à la syncope. Vertiges. Perte d'orientation.	Examen d'aptitude à la plongée. Ne pas plongée en cas de rhumes. Équilibrez souvent pendant la descente. Ne jamais forcer.
LES SINUS	Les sinus sont des cavités osseuses en contact avec les voies respiratoires. Si les voies de communications sont obstruées (sinusite, rhumes), l'équilibre ne peut se faire.	Douleur au niveau du front ou à la mâchoire supérieure.	Ne pas plongée en cas de rhume, sinusite
LES INTESTINS	Les gaz provenant de la fermentation des aliments ou de l'air avalé en plongée se dilatent pendant la remontée.	Douleurs abdominales pouvant aller jusqu'à la syncope.	Éviter les aliments susceptibles de fermenter. Éviter les boissons gazeuses.
LES POUMONS	C'est le barotraumatisme le plus grave. Il survient lorsque la pression du gaz à l'intérieur des poumons est plus grande que la pression extérieure. Si le plongeur n'expire pas, l'air contenu dans les poumons va se dilater jusqu'à la limite d'élasticité des alvéoles pulmonaires.	Gêne respiratoire, crachats sanglants, sensation d'étouffement, crise de type épileptique, paralysie des membres ou de la moitié du corps, perte de la parole, perte de la vue, syncope, mort.	Ne jamais bloquer sa respiration à la remontée. Ne jamais donner d'air à un plongeur en apnée. Avoir du matériel en bon état de fonctionnement.

III - L'ACCIDENT DE DECOMPRESSION

Pendant la plongée, l'azote contenu dans l'air que l'on respire, se dissout dans l'organisme. Cette dissolution est d'autant plus importante que la profondeur et la durée de la plongée sont grandes. Durant la remontée et à la surface après la plongée, l'azote va repasser à l'état gazeux. Ce phénomène doit impérativement se faire très lentement sinon il y a création de bulles d'azote à l'intérieur de l'organisme, dans les vaisseaux sanguins et dans les tissus (muscles, os...). En trop grand nombre, ces bulles risquent d'entraîner des blocages locaux de la circulation sanguine et la mort des cellules situées en aval.

Causes	non-respect des tables de plongée (vitesse de remontée ou paliers).
Conséquences	Troubles nerveux, circulatoires, respiratoires, douleurs articulaires, paralysies plus ou moins étendue, syncope, coma.
Symptômes	Démangeaisons cutanées, gonflement de la peau, douleurs articulaires, troubles circulatoires, respiratoires, visuels, auditifs, vertiges
Prévention	Respecter impérativement les paliers et la vitesse de remontée. Ne pas faire d'efforts physiques importants ni d'apnées après la plongée

IV - L'ESSOUFFLEMENT

Causes	Effort, mauvaise ventilation, intoxication par le gaz carbonique. Cet effet est favorisé par le froid. Le risque d'essoufflement augmente avec la profondeur.
Conséquences	Affolement, panique, syncope, noyade.
Symptômes	Respiration difficile, haletante
Prévention	Se protéger du froid, éviter les efforts, être en bonne forme physique. Bien se ventiler en forçant sur l'expiration. Cesser toute activité.

V - NOYADE

Causes	Manque d'entraînement et de formation, mauvais matériel, fatigue, froid, panique.
Conséquences	Asphyxie, lésions des poumons, état de choc, mort.
Symptômes	Pas de symptômes !
Prévention	Avoir un bon entraînement, un bon matériel, éviter les gros efforts, utiliser un vêtement isotherme. Attention à l'immersion après une exposition au soleil.

VI - LE MATERIEL

Masque



Il permet de voir sous l'eau. Le plus simple possible, avec un champ visuel large, il doit avoir des bossages en creux pour pouvoir pincer le nez (équilibre des oreilles et des sinus).

Palmes



Elles permettent de se déplacer. Il est important de vérifier régulièrement leurs états, notamment les sangles. Leurs voilures ne doivent être ni trop rigides ni trop longues.

Tuba



Il permet de respirer en surface afin d'atteindre le site de plongée ou de regagner le bateau à la fin d'une plongée, principalement pour économiser l'air de votre bouteille, ou/et en cas de bouteille vide.

Ceinture

Elle va permettre d'accrocher le lest (en générale du plomb) pour régler la flottabilité du plongeur. Pour les personnes n'utilisant pas de Stab, elle permet aussi de fixer la bouteille par l'intermédiaire de la sous-cutale.

Combinaison de plongée



Elle sert à se protéger du froid en ralentissant la déperdition de chaleur. Elle est généralement en néoprène d'épaisseur 3 à 7 mm.

Elles existent en mono pièce ou deux pièces, en humide, semi étanche ou étanche. L'utilisation des combinaisons étanches nécessite une grande expérience de la stabilisation.

Le scaphandre



Le scaphandre est composé d'un bloc bouteille, une ("mono") ou deux ("bi"), et d'une robinetterie. La bouteille est un réservoir en acier ou en aluminium rempli d'air comprimé à une pression de service comprise entre 175 et 200 bars. Sa capacité, c'est à dire son volume intérieur peut varier de 7 à 18 litres. Couramment nous rencontrerons des blocs "mono" de 12 et 15 litres, et 2 fois 9 litres pour le "bi".

Sur chaque bouteille, des inscriptions importantes doivent figurer

- le gaz contenu (air)
- la pression d'essai (PE à 15°C)
- la pression de service ou d'utilisation (PS ou PV) - la capacité en eau (son volume intérieur C ou V)
- le poids de la bouteille nue (PB ou Tare)
- la date de la mise en service puis des réépreuves, avec poinçon des Mines.

La réglementation française, concernant les réservoirs contenant des gaz sous pression, impose une réépreuve dont la périodicité est:

- Pour un particulier, une bouteille doit être réévaluée tous les 2 ans.
- Pour un club, une bouteille doit être réévaluée tous les 5 ans, sous réserve d'être inspectée tous les ans par un technicien en inspection visuelle (TIV).

La robinetterie

- Le robinet de conservation : Bouton moleté qui permet d'ouvrir et de fermer la bouteille.
- La réserve : Un clapet poussé par un ressort interdit la sortie de l'air lorsque la pression descend en dessous d'une valeur limite (env. 40 bars).



Lorsque la pression de la bouteille atteint ce niveau, il faut alors passer la réserve, c'est à dire qu'il faut bloquer le clapet en position ouverte en tirant sur la tige de réserve.

Nota : Les bouteilles avec réserve sont de moins en moins courante. En effet les ressorts tarés sont peu précis et se dérèglent. On préférera le plus souvent les bouteilles sans réserve mais munies d'un manomètre.

Le détendeur



Le rôle du détendeur est de fournir, à la demande, de l'air à pression ambiante à partir de l'air comprimé, contenu dans la bouteille. Les détendeurs sont généralement à 2 étages :

L'air est détendu à la pression ambiante en 2 étapes.

Le premier étage, fixé à la robinetterie, détend l'air à haute pression jusqu'à une moyenne pression correspondant à la pression ambiante plus 7 ou 8-bars.

Le deuxième étage descend l'air de la moyenne pression à la pression ambiante.

Leur entretien et rinçage doivent être méticuleux.

Montre et ordinateur

Les montres - Étanche et lumineuse, elle permet de mesurer la durée de la plongée.



Les ordinateurs vous donnent toutes les informations nécessaires au bon déroulement de la plongée. Temps de plongée, profondeur maximum, durée des paliers,

Profondimètre

Indispensable, il indique la profondeur. De plus en plus, ces profondimètres sont électroniques à affichage digital et intègre un chronomètre indiquant le temps de plongée.

Tables de plongée

Indispensables, elles indiquent la durée et la profondeur des paliers à effectuer.

Bouée de sécurité ou gilet stabilisateur ("Stab")



Equipement de sécurité et de confort qui permet de bien se stabiliser durant la plongée. Peut aider à remonter un camarade en difficulté. Il est indispensable de bien apprendre à l'utiliser (préparation Niveau 2).

Couteau

Solide et inoxydable, il doit bien être fixé dans sa gaine.

Gants et chaussons

Ils vous protègent du froid et, pour les gants, des écorchures.



Parachute de palier



Le parachute est indispensable afin de signaler la présence d'une palanquée dans l'eau, notamment au moment des paliers en pleine eau ou/et si vous n'avez pas retrouvé le bateau.

Torche ou phare



La première couleur à disparaître lorsque l'on descend est le rouge. Le phare ou la lampe permettent de restituer ces couleurs.

Compas et boussole

Pour garder le cap....

VII - LES TABLES DE PLONGEE ET LA DECOMPRESSION

Lors de vos plongées, l'azote contenu dans l'air que vous respirez va se dissoudre dans votre organisme. Cette dissolution sera d'autant plus importante que votre plongée sera profonde et le temps de celle-ci importante.

A la remonté, l'azote dissous dans vos tissus et votre sang va revenir sous forme gazeuse. C'est ce dégazage qu'il va falloir maîtriser par une remontée à vitesse contrôlée

- Du fond au premier palier : 15 m/mn
- Du premier palier à la surface : 6 m/mn

et par le respect des paliers de décompression.

Ce contrôle va vous permettre d'éviter l'accident de décompression.

Les tables de plongée

Les tables de plongée permettent de connaître la profondeur et la durée des paliers de décompression à effectuer, afin d'éviter l'accident.

La durée et la profondeur des paliers sont déterminés à partir de la profondeur maximum atteinte et du temps de la plongée.

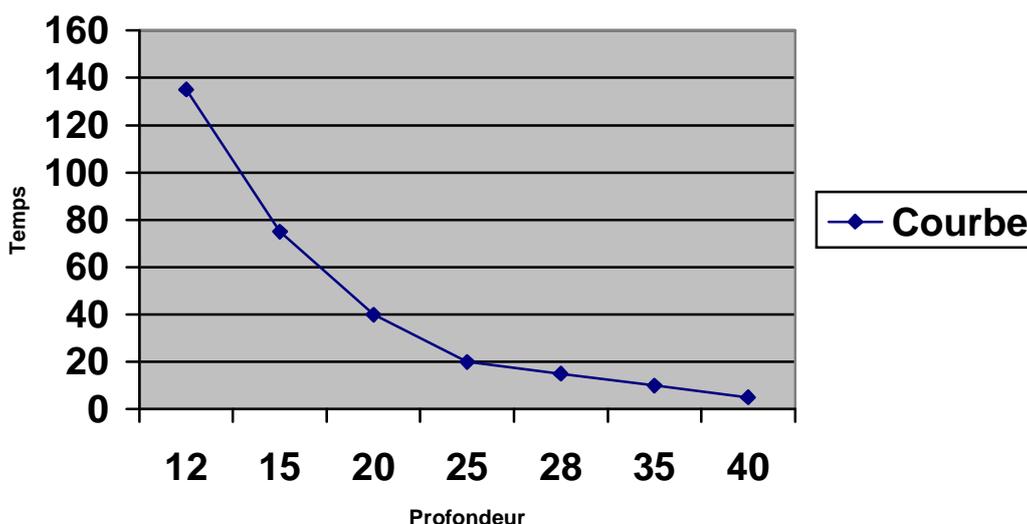
Il existe plusieurs types de tables de plongée. Dans le cadre de la FFESSM, seules les tables M.N. 90 de la marine nationale sont utilisées. Celles-ci sont faites pour des plongées loisirs, à l'air, au niveau de la mer, maximum 2 par 24 heures

A partir des ces tables, une courbe de sécurité a été établie. Cette courbe donne pour différentes profondeurs le temps maximum de plongée pour ne pas avoir de palier obligatoire.

La courbe de sécurité

Profondeur	Temps maximum
12 m	135 mm
15 m	75 mm
20 m	40 mm
25 m	20 mm
28 m	15 mm
35 m	10 mm
40 m	5 mm

Courbe de sécurité



Remarque : Même lorsque aucun palier n'est nécessaire, il est recommandé d'effectuer un palier de sécurité de 3 minutes à 3 mètres.

VIII - SECURITE, PREROGATIVES ET ORGANISATION

L'Arrêté du 22106/98 définit :

- **le Directeur de Plongée** : il fixe les caractéristiques de la plongée et organise l'activité. Il s'assure du respect du présent arrêté.
- **La Palanquée** : un groupe de plongeurs qui effectue une plongée présentant les mêmes caractéristiques (durée, profondeur et trajet). 2 plongeurs = une Equipe.
- **Le Guide de Palanquée** : responsable du déroulement de la plongée, il la dirige et s'assure que ses caractéristiques sont adaptées aux circonstances et compétences. De plus, il est muni d'un système de sécurité gonflable muni d'une réserve d'air comprimé, du moyen de contrôler personnellement les caractéristiques de sa plongée et sa remontée. En milieu naturel, il est équipé de 2 détendeurs.

La matérialisation de la zone de plongée

- l'espace proche : de 0 à 6 mètres
- l'espace médian : de 6 à 20 mètres
- l'espace lointain : de 20 à 40 mètres

La licence fédérale

- atteste de l'adhésion à la FFESSM
- atteste du contrat d'assurance souscrit
- permis de chasse sous-marine
- préalable à la pratique des compétitions des activités organisées par la fédération

Le certificat médical

- un certificat médical de "non -contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine en bouteille" est exigé pour toute pratique de plongée.
- il est valable 1 an
- il est délivré par le médecin traitant pour la plongée loisir et le passage Niveau 1

Les assurances

Ne couvrent que la responsabilité civile, aux tiers, c'est-à-dire, qu'elles garantissent la réparation des dommages causés à autrui (réunions, entraînements, activités exercées sous couvert du club et fédération)

Il faut des assurances complémentaires pour se garantir soi-même (3 formules) :

- accidents corporels dont les contractants pourraient être victimes
- accidents survenus lors du trajet résidence <--> lieu de pratique
- garantie d'assistance, valable dans le monde entier.

Les prérogatives des Niveau 1

- autonome espace proche (avec accord directeur de plongée)
- encadré médian, avec P4 (plongeur Niveau 4) ou moniteur

Organisation

Plonger en sécurité, c'est avant tout avoir un comportement d'analyse de toutes les situations, même habituelles, et respecter un certain nombre de règles, de principes, qui s'appuient sur l'expérience et le bon sens. Cela s'applique Avant, Pendant, et Après la plongée.

Avant

- s'interroger sur son état de santé, et sa condition physique (entraînement ???)
- intégrer les conditions climatiques et météo (froid, mer agitée, soleil fort...)
- avoir en permanence du matériel complet adapté, en bon état (rincé, vérifié ???) - Vérifier son bloc (pression, position réserve...)
- s'assurer de sa palanquée (forme physique, capacités, prérogatives...) - ne jamais plonger seul
- faire son plan de plongée (organisation, but, profondeur, durée...)
- vérifier et mémoriser l'équipement de ses coéquipiers (Stab, réserve, ordi...)
- avant de sauter.. s'assurer par 2 grandes inspirations que sa bouteille est ouverte

Pendant

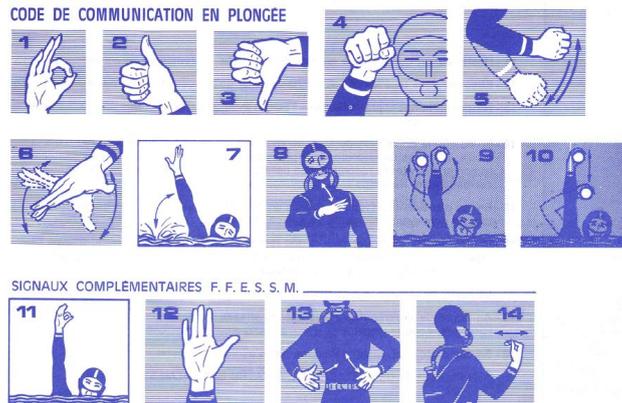
- se mettre à l'eau après son guide de palanquée
- se mouiller le visage et se moucher avant la descente
- ne pas forcer un problème physiologique (oreilles, sinus...), mais prévenir - rester groupés, et à bonne profondeur par rapport au guide
 1. Au-dessus pendant la descente et l'évolution au fond
 2. Au-dessous à la remontée et au palier
- respecter les paramètres (vitesse de remontée, profondeur, durée, paliers..)
- éviter les dangers... ou l'inconnu (grottes, filets, passages dans les épaves...)
- surveiller attentivement ses coéquipiers afin d'anticiper, de détecter, et ainsi de répondre instantanément à la moindre défaillance ou difficulté de leur part
- toujours effectuer un palier de sécurité (3 mn à 3 m }
- remonter calmement, lentement, en soufflant bien et surtout.... plonger zen, cool, calme et réfléchi !!!

Vous perdez votre palanqué !

- rester calme, remonter de quelques mètres, rechercher votre palanqué par l'intermédiaire des bulles. Attendre quelques minutes, remonter calmement, lentement (vitesse des petites bulles), faite un palier de 3 mn à 3 m puis regagner la surface. Attendre votre palanqué en surface ou rejoindre le bateau

Après

- savourer sa plongée sans faire d'effort !!
- noter ses paramètres
- ne jamais faire d'apnée
- surveiller et interpréter le moindre signe de malaise ou de fatigue

IX - LES SIGNES

	Signification	Réaction
1	Question : Est-ce que ça va ?	
1	Réponse : Oui, ça va	
2	On remonte	
3	On descend	
4	Je suis sur réserve	Fin de plongée, la palanqué remonte
5	Je n'arrive pas à tirer ma réserve	J'arrive à lui passer sa réserve. Fin de plongée. Je fais signe de remonter à la palanqué.
		Je n'arrive pas à passer sa réserve où elle est déjà basse. Je lui donne mon détendeur. Fin de plongée. Je fais signe de remonter à la palanqué.
6	Ca ne va pas	Je prends la personne par la bretelle du stab. Fin de plongée. Je fais signe de remonter à la palanqué.
7	Signe de détresse de surface	
8	Je n'ai plus d'air	Je lui donne mon détendeur. Fin de plongée. Je fais signe de remonter à la palanqué. Remonté à deux sur le même détendeur.
9	De nuit. OK	
10	De nuit. Signe de détresse	
11	Signe de surface. Tout va bien. OK	
12	Stop, reste là	
13	Je suis essoufflé	Fin de plongée. Je fais signe de remonter à la palanqué. Je reste à coté de la personne.
14	Rapprochez-vous de moi	