

Formation théorique

Niveau 2



FORMATION THEORIQUE NIVEAU 2

Liste des différents thèmes abordés dans cette formation.

Les connaissances théoriques peuvent être évaluées oralement, en situation, ou par écrit.

- LES PRESSIONS
- LA FLOTTABILITE
- LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

- LA REGLEMENTATION

- LES BAROTRAUMATISMES

- LA DISSOLUTION DES GAZ DANS LES LIQUIDES
- L'ACCIDENT DE DESATURATION
- LES OUTILS ET PROCEDURES DE DECOMPRESSION

- LA NARCOSE
- L'ESOUFFLEMENT
- L'INTOXICATION AU MONOXYDE DE CARBONE
- LA NOYADE
- LE FROID

- LE MATERIEL

Ce plan de formation peut être revu en fonction du public, des contraintes de temps liées à la disponibilité des participants ou de la sensibilité du formateur.



Formation théorique Niveau 2



NOTIONS DE PHYSIQUE

LES PRESSIONS – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

En plongée la pression est très importante. En effet c'est elle, par ses variations, qui gouverne les phénomènes physiques qui agissent sur le corps du plongeur et sur le matériel. Au niveau 2, vous devrez savoir chiffrer les phénomènes physiques afin de développer de nouvelles compétences.

A l'issue du cours, l'élève sera capable de :

- Définir une pression
- Savoir calculer une pression hydrostatique et une pression absolue
- Définir une profondeur en fonction d'une pression donnée

2- NOTION DE PRESSION

La pression est une force qui s'exerce sur une surface.

En appuyant sur le plat d'une punaise, elle ne rentre pas dans le doigt, essayez donc sur la pointe !

Le doigt s'enfonce dans le sable alors qu'une planche non.

Le pied s'enfonce dans la neige alors qu'il est plus facile de marcher avec des raquettes...

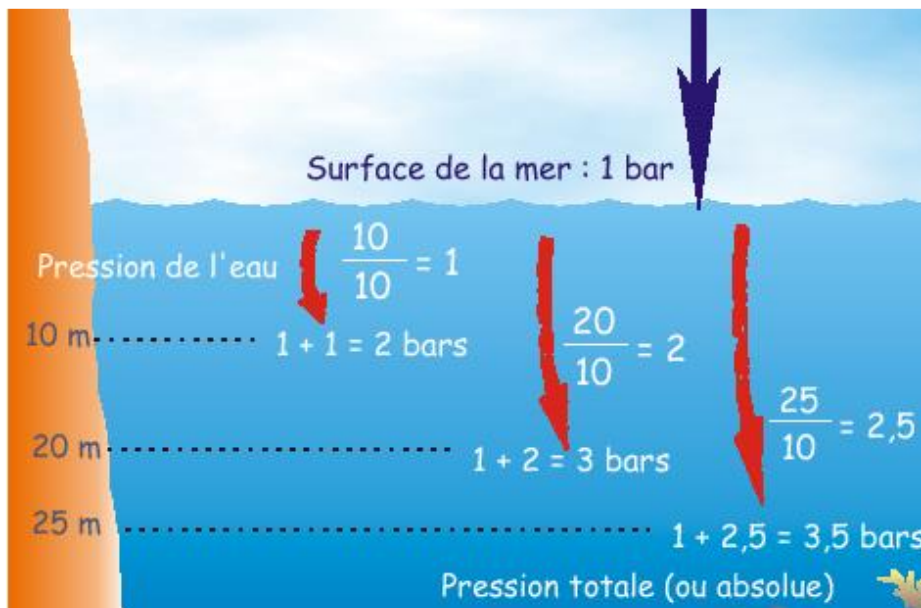
IL Y A DONC RELATION ENTRE LA PENETRATION ET LA SURFACE D'APPUI, POUR LA MEME FORCE EXERCEE.

$$P = F / S$$

En plongée on utilise généralement le bar.

(1 bar = 1 Kg exercé sur 1 cm²)

3- LES DIFFERENTES PRESSIONS

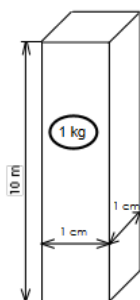


1) La pression atmosphérique

Elle est due au poids de la masse d'air qui s'exerce au-dessus de nos têtes.

Nous allons considérer qu'elle est toujours constante (soit égale à 1 bar au bord de la mer) alors qu'en fait, elle varie **légèrement en fonction de la météo et de façon plus importante avec l'altitude.**

2) La pression hydrostatique



En plongée, nous subissons toujours cette pression atmosphérique mais nous devons en plus subir une autre pression due au poids de l'eau qui se trouve entre la surface et nous.

Cette nouvelle pression s'appelle la pression hydrostatique

(hydro = eau)

Cette pression augmente de 1 bar tous les 10 mètres.

$$P_{\text{relative}} = \frac{\text{Profondeur en mètres}}{10}$$

Explication : Considérons une colonne d'eau de 10m de haut et de 1 cm² de section. Son volume total est de 1000cm³ (soit 1dm³ soit 1 litre). Or 1 litre d'eau a une masse de 1 kg, donc la colonne d'eau aussi. La pression exercée par la colonne sur la

surface est de 1 bar (pression exercée par 1 kg sur une surface de 1cm²)

3) La pression absolue

Elle correspond à la pression ambiante subie par le plongeur.

$$P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hyd}}$$

4- EXERCICES

Quelle est la pression hydrostatique à 10m, 15m, 3m ?

On utilise la formule $P_{\text{hyd}} = \text{prof}/10$

Réponses : 1bar, 1,5 bar, 0,3 bar

Quelle est la pression absolue à 11m, 6m, 20m, 33m ?

On utilise la formule $P_{\text{abs}} = P_{\text{atm}} + P_{\text{hyd}} = 1 + (\text{prof}/10)$

Réponses : 2,1bars, 2,5 bars, 3 bars, 4,3 bars

A quelle profondeur subit-on une pression absolue de 4b, 2.8b, 1.5b ?

On adapte la formule $\text{Prof} = (P_{\text{abs}} - P_{\text{atm}}) \times 10$

Réponses : 30m, 18m, 5m.

5- AUTRES EXPRESSIONS DE LA PRESSION

D'autres unités existent pour exprimer une pression (Hecto-Pascal, mm Hg, PSI).

Dans le cadre de cette formation, il n'est pas nécessaire de savoir les convertir, mais vous pourrez les rencontrer par exemple en évoquant le matériel de plongée ou les conditions météo.

LA FLOTTABILITE – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Après avoir déjà eu des notions de flottabilité au N1, nous vous proposons d'approfondir le cours car dans le cadre de l'accès à l'autonomie, un plongeur N2 doit être capable de comprendre l'influence du poids et du volume sur la flottabilité (sa propre personne et le matériel utilisé) afin de pouvoir évoluer en toute sécurité en l'absence de guide de palanquée.

A la fin de ce cours :

- vous connaîtrez les différentes notions de flottabilité.
- vous serez capable de calculer un poids apparent
- pour vous préparer à votre examen écrit, vous saurez réaliser des exercices d'application
- vous saurez quels sont les éléments de l'équipement d'un plongeur qui peuvent faire varier sa flottabilité dans l'eau et comment s'y adapter.

2- RAPPELS

Nous allons évoquer ici votre vécu de plongeur (gonflage du gilet, ceinture de plomb qui lâche, bloc plus léger dans l'eau, ...)

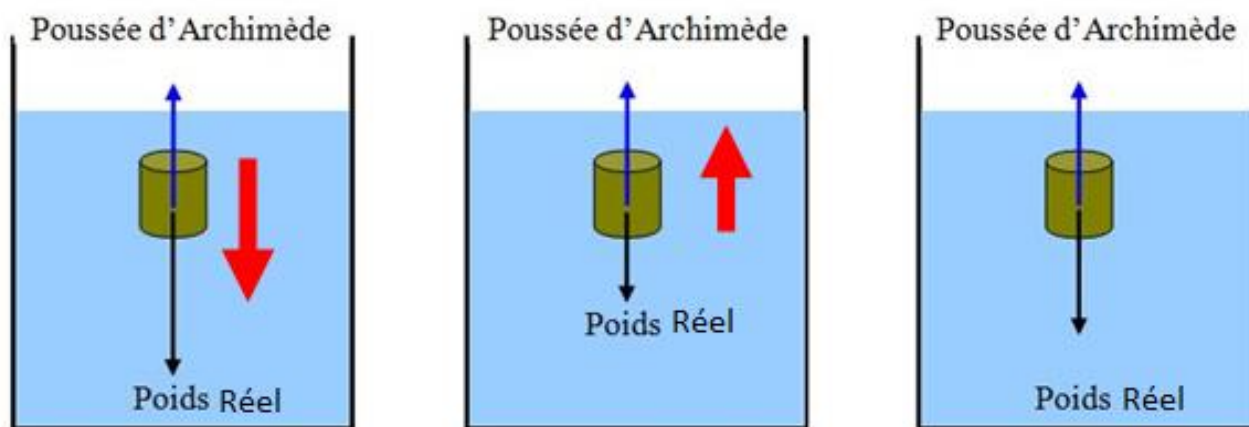
Si on modifie le volume d'un corps plongé dans l'eau, sa flottabilité est modifiée (le bloc avec un gilet coulera dès on vide le gilet de son air ; donc quand son volume varie).

Il existe une relation entre le poids et le volume occupé par un corps plongé dans l'eau et donc par tout plongeur.

3- MISE EN EVIDENCE

Par commodité et pour se rapprocher du langage communément utilisé, le poids et la masse sont similaires. Il sera exprimé en Kilogramme (Kg).

1) Expérience



2) Poids réel

C'est le poids d'un objet hors de l'eau.

3) Poussée d'Archimède

C'est la poussée verticale dirigée de bas en haut égale au poids du volume du fluide déplacé que reçoit tout corps plongé dans un fluide.

Au niveau 2, nous considérons que la masse d'1 litre d'eau est de 1 Kg.

Exemple : pour un objet immergé dans l'eau qui occupe un volume de 3 litres nous considérons qu'il reçoit une poussée d'Archimède de 3 Kg.

4) Poids apparent

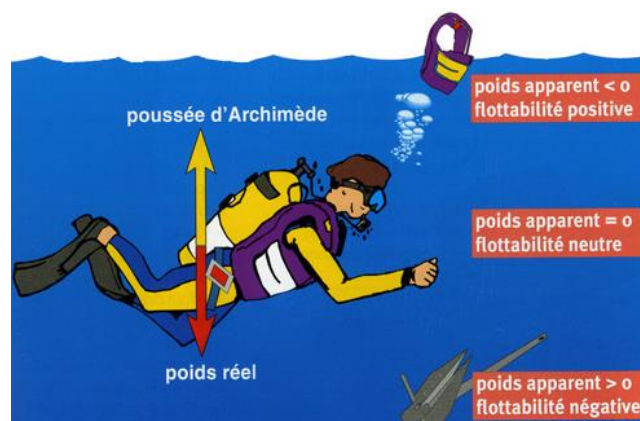
Formule :

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

5) Notions de flottabilité

Vous devez connaître les 3 états de flottabilité en vous aidant par exemple des schémas effectués ci-dessus.

| P App > 0 | P App < 0 | P App = 0 |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| L'objet coule | L'objet remonte | L'objet est stable |
| Flottabilité négative | Flottabilité positive | Flottabilité neutre |



4- APPLICATIONS A LA PLONGEE



A partir d'un schéma représentant un plongeur équilibré, nous allons identifier les différents éléments qui peuvent agir sur notre flottabilité dans l'eau.

Il ne s'agit pas de faire des calculs qui nous serviront à chaque plongée, mais de connaître le principe et comment cela peut jouer sur notre action dans l'eau.

| Quel facteur ? | Le principe | Quelle influence sur notre comportement ? |
|---------------------------------------|---|--|
| La nature du bloc | Un bloc acier est plus lourd qu'un bloc en aluminium. | Ajuster son lestage en fonction. Utiliser le carnet de plongée pour se souvenir du bloc et de son poids réel. |
| La taille du bloc | Le volume et le poids étant différents, la flottabilité évolue. | Ajuster son lestage en fonction. Ex : un 12 L nécessite de mettre 1 Kg de plus qu'avec un 15 L |
| Remplissage du bloc | Un bloc plein « pèse » entre 2 et 3 Kg de plus. | Faire un test de lestage en fin de plongée. |
| Vêtement | Plus il y a de néoprène, plus la poussée d'Archimède est importante | Ajuster son lestage en fonction de l'épaisseur du vêtement. Le carnet de plongée peut être une aide. Se rappeler que la combinaison s'écrase avec la profondeur et modifie donc notre flottabilité. |
| Parachute de palier | Tenir à la main un parachute lors de sa mise en place au palier augmente la flottabilité du plongeur. | Utiliser le poumon ballast. Bien expirer au moment du gonflage afin de ne pas être entraîné vers la surface. |
| Gilet de stabilisation | Le volume d'air du gilet participe à la flottabilité du plongeur. | Maintenir la meilleure stabilisation possible en faisant attention aux variations lors de la descente et de la remontée. En profondeur la combinaison s'écrase et perd de son volume. Il est important de compenser cette perte de volume avec son gilet. |
| La nature de l'eau | L'eau de mer est plus porteuse que l'eau douce et augmente donc la flottabilité du plongeur. | Passer d'une plongée en eau douce à une plongée en mer permet de retirer entre 2 et 3 kg de lest. |
| Caissons photo ou vidéo, phare | Ils modifient la flottabilité du plongeur (souvent de manière positive pour les caissons). | Ajuster son lestage en fonction de la flottabilité propre au matériel que l'on emmène avec soi en plongée. |



Formation théorique Niveau 2



L'AUTONOMIE EN PLONGEE

LA COMPRESSIBILITE DES GAZ – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Après avoir déjà eu des notions de compressibilité au N1, nous vous proposons d'approfondir le cours car dans le cadre de l'accès à l'autonomie, un plongeur N2 doit comprendre quelles sont les influences de la profondeur sur sa consommation et son autonomie en air afin de pouvoir gérer sa plongée en toute sécurité, en l'absence d'un guide palanquée et d'adapter ainsi son comportement.

A la fin du cours vous serez capable :

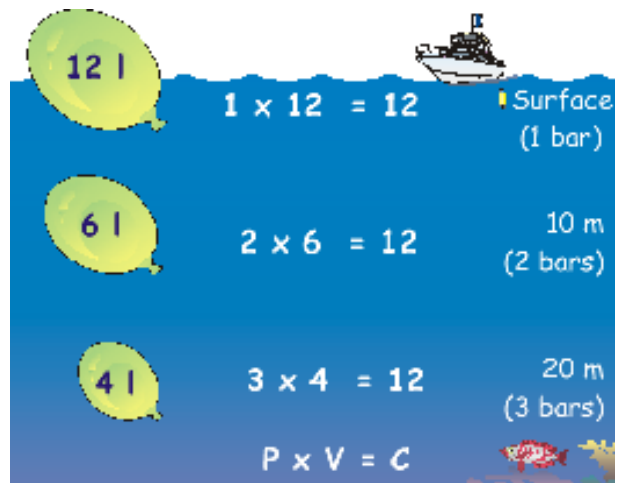
- De calculer l'évolution des volumes gazeux en fonction de la profondeur
- Comprendre que dans la zone 0-10m la variation de volume est la plus importante.
- de calculer l'évolution de sa consommation à différentes profondeurs
- de calculer alors l'évolution de son autonomie en air.
- De savoir comment adapter son profil de plongée dans le cadre de la plongée en autonomes dans le but de gérer son stock d'air

2- RAPPELS

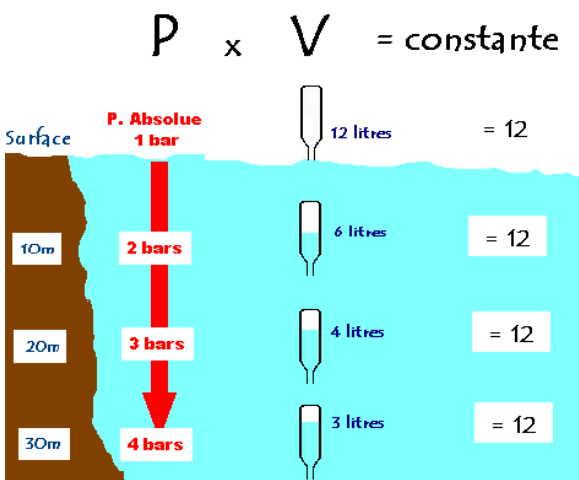
En plongée, à la descente, les volumes de gaz diminuent.

A la remontée, les volumes de gaz augmentent.

La variation de volume est plus importante en se rapprochant de la surface.



3- MISE EN EVIDENCE



L'expérience permet de montrer qu'à chaque profondeur le produit *Pression x Volume = constante*.

Ici le chiffre « 12 » représente la constante : c'est-à-dire le nombre de litres d'air détendu à la Pression atmosphérique.

Il est important de retenir que les volumes varient davantage en étant proche de la surface.

4- FORMULE

Le schéma permet de déduire la formule : $P1 \times V1 = P2 \times V2$

5- L'AUTONOMIE

Pour étayer ce chapitre, nous allons partir d'un postulat qui est qu'un plongeur consomme 20 litres d'air/mn.

Nous devons aussi nous rappeler que l'air délivré par le détendeur est ramené à la pression ambiante (ou absolue) pour pouvoir être respiré.

a) Calculs de consommation

| | L'air respiré est à la pression de | Le plongeur consomme en 1 mn | Si on ramène toutes ses valeurs à la pression atmosphérique : $P1 \times V1 = P2 \times V2$ La consommation évolue de cette façon |
|--------------|------------------------------------|------------------------------|--|
| A la surface | 1 bar | 20 litres d'air à 1 b | 20 litres d'air à 1 bar |
| A 10m | 2 bars | 20 litres d'air à 2 b | $20 \times 2 = 40 \times 1$ 40 litres d'air à 1 bar |
| A 20m | 3 bars | 20 litres d'air à 3 b | $20 \times 3 = 60 \times 1$ 60 litres d'air à 1 bar |
| A 40m | 5 bars | 20 litres d'air à 5 b | $20 \times 5 = 100 \times 1$ 100 litres d'air à 1 bar |

Nous devons retenir que la consommation du plongeur augmente avec la profondeur.

Elle est proportionnelle à la pression ambiante.

b) Calculs d'autonomie

A partir des résultats obtenus nous allons calculer la variation de l'autonomie. Nous utilisons pour cela la formule suivante :

$$\text{Autonomie} = \text{quantité d'air} / \text{consommation}$$

Exemple : le plongeur utilise un bloc de 15 litres gonflé à 200 bars.

1. Calcul de la quantité d'air contenue dans le bloc : Q

On utilise la formule $P1 \times V1 = P2 \times V2 \Leftrightarrow 15 \times 200 = 1 \times V2 \Leftrightarrow V2 = 3000$ **Q = 3000 litres à 1 bar**

2. Prise en compte de la notion d'air respirable (air disponible)

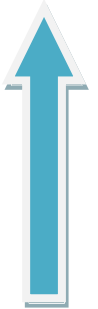
A table, une bouteille d'eau « vide » contient bien toujours 1 litre d'air à 1 bar. Dans le même esprit, à la surface un bloc de 15l vide contient 15l à 1b qu'on ne peut pas respirer.

3. Calcul de la quantité d'air réellement disponible :

$Q = 3000 - (15 \times 1) = 2985$ litres à 1b

A chaque profondeur, la quantité d'air ne pouvant être respirée varie avec la pression ambiante.

| | | Autonomie : A | Air disponible | Autonomie réelle | Quantité d'air à nouveau disponible depuis le fond |
|--------------|--------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|
| A la surface | 1 bar | A = 150 mn | 3000 – (15x1) = 2985 litres à 1b | A = 2985/20 = 149 mn | + 60 litres |
| A 10m, | 2 bars | A = 75 mn | 3000 – (15x2) = 2970 litres à 1b | A = 2970/40 = 74 mn | +45 litres |
| A 20m | 3 bars | A = 50 mn | 3000 – (15x3) = 2955 litres à 1b | A = 2955/60 = 48 mn | + 30 litres |
| A 40m | 5 bars | A = 30 mn | 3000 – (15x5) = 2925 litres à 1b | A = 2925/100 = 29 mn | |



Suite à une panne d'air à 40m, il reste donc dans la bouteille 2925 litres à 1 bar. Au cours de la remontée, l'air disponible augmente dans les proportions suivantes

Cette quantité d'air disponible ne doit pas être considérée comme permettant de rallonger la plongée mais ces quelques dizaines de litres permettront de reprendre quelques inspirations pendant la remontée ou au palier si besoin, de gonfler son gilet en surface.

Nous devons retenir que l'autonomie en air est inversement proportionnelle à la consommation.

Plus on va profond, moins nous avons d'autonomie en air.

6- CONCLUSION

Il n'est pas vital pour un plongeur Niveau2 de maîtriser les calculs de consommation ou d'autonomie. Dans la réalité, peu de plongeurs connaissent leur consommation réelle. De plus, différents facteurs font que cette consommation est amenée à changer. Une mauvaise stabilisation, des efforts, le stress, le froid, un palmage rapide, la nage à contre-courant sont autant de facteurs qui font **augmenter la consommation**.

A quoi ça sert alors tout ça ?

Il faut avant tout retenir que plus on descend, plus on consomme et donc moins on a d'autonomie.

Votre guide de palanquée appliquera un comportement qui vise à se rapprocher de la surface en voyant ses plongeurs consommer beaucoup. Ça permettra de **rallonger la plongée** et d'éviter surtout un **problème de panne d'air**.

L'objectif de ce cours est celui-ci. **Les plongeurs Niveau 2, dans le cadre d'une évolution en autonomie, doivent apprendre à gérer leur stock d'air, modifier leur parcours, remonter un peu s'ils veulent économiser de l'air et éviter la panne. Cela veut dire qu'ils doivent s'entendre avant la plongée.**

Ce cours a permis par la même occasion de démontrer qu'en allant à 40m, ils consommeront davantage et que leur plongée est plus courte.



Formation théorique Niveau 2



LA REGLEMENTATION

REGLEMENTATION – NIVEAU 2

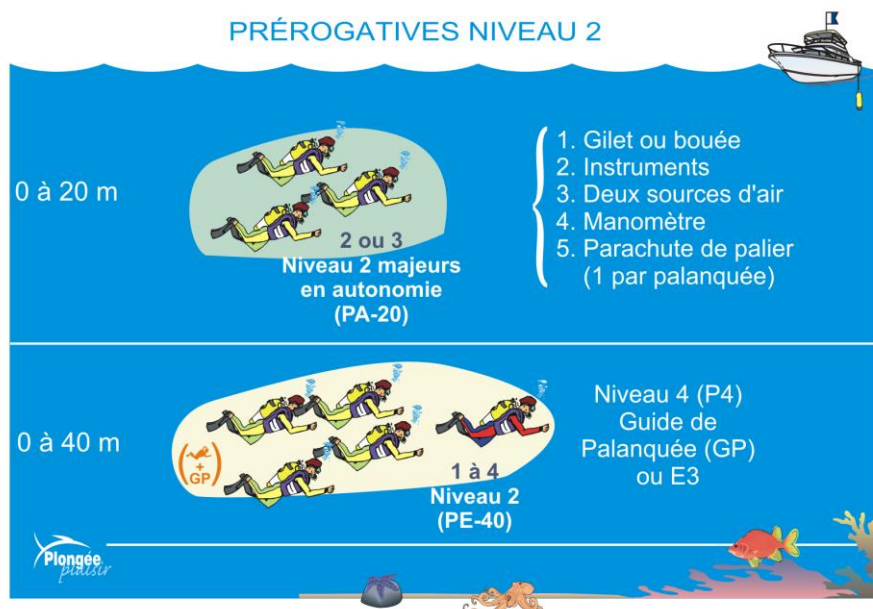
1. INTRODUCTION

Dans le cadre de vos nouvelles prérogatives de plongeur niveau 2 vous devez avoir une connaissance accrue sur ces connaissances permettant une pratique conforme aux règlements. De nouveaux thèmes liés à l'autonomie doivent être abordés.

A l'issue de ce cours vous devrez :

- Connaître ses nouvelles prérogatives au regard du Code du sport.
- Connaître les contraintes matérielles liées à la plongée en autonomie
- Connaître le cadre fédéral dans lequel il peut évoluer
- Savoir quelles sont les perspectives de formations fédérales à partir du niveau 2.
- Etre informé des principes de responsabilité liés à sa pratique de plongeur
- Etre capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2. LES PREROGATIVES



Les prérogatives s'inscrivent dans le cadre du Code du Sport qui définit les aptitudes des plongeurs en fonction de leurs capacités et compétences techniques.

Le plongeur N2 FFESSM est :

- Un **PE40**, plongeur encadré à 40m,
- Un **PA20**, plongeur autonome à 20m (s'il a 16 ans et sur autorisation du DP),
- de fait plongeur **CMAS 2***.

Il n'y a aucune équivalence directe reconnue avec PADI, SSI ou toute autre organisme non affilié à la CMAS.

3. LE MATERIEL



4. DOCUMENTS NECESSAIRES A LA PRATIQUE

A. La licence :

Pour passer votre niveau 2 vous devez posséder une licence en cours de validité. La licence sport loisir est annuelle et délivrée pour la durée de la saison sportive à savoir du 15 septembre au 31 décembre de l'année civile suivante.



En prenant une licence :

- j'adhère à la F.F.E.S.S.M.
 - je souscris une assurance en responsabilité civile (dommage à autrui)
 - je dispose d'un tarif préférentiel pour m'abonner à la revue fédérale SUBAQUA
- j'ai la possibilité de souscrire une assurance individuelle complémentaire pour les risques encourus en plongée
 - je possède un permis de chasse si j'ai plus de 16 ans (c'est une licence adulte)

Pour pratiquer la plongée :

- dans un club associatif, je dois présenter chaque année une licence en cours de validité
- dans une structure commerciale, la licence n'est obligatoire que pour suivre une formation FFESSM.

B. Le certificat médical :



C'est un **CACI : Certificat Médical d'absence de contre-indication**.

Je dois présenter un certificat médical de moins d'1 an à la prise de la licence.

- Pour suivre ma formation 2 au sein de la FFESSM
- Pour plonger au sein d'un club associatif affilié à la FFESSM

Il est valable 1 an.

Il peut être délivré par **tout médecin**.

C. Responsabilité pénale :

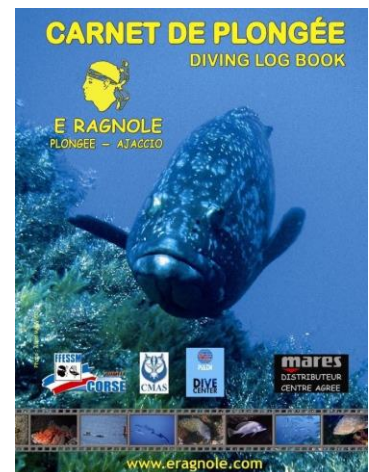
La **responsabilité pénale** peut être engagée lorsqu'il y a suspicion d'infraction à la loi (ex : dépassement des prérogatives, matériel incomplet). Le fait de plonger en autonomie propulse le plongeur face à cette responsabilité.

D. Rôle et intérêt du carnet de plongée

Même s'il n'est pas obligatoire, **le carnet de plongée** demeure cependant utile pour connaître votre passé de plongeur et mieux appréhender votre vécu et votre expérience.

Il est très souvent demandé dans les centres de plongée qui vous accueilleront ; ce qui leur permettra de vous proposer les sites de plongée adaptés à vos compétences.

Pour vos formations futures, le carnet de plongée vous permettra de justifier les plongées requises.



5. APRES LE NIVEAU 2 ?

Formation PA40 dès l'âge de 16 ans

Formation PE60 ou niveau 3 dès l'âge de 18 ans.

Formation Nitrox Confirmé, accessible dès le niveau 2.

Initiateur club

RIFAP, formation de Secourisme qui est un pré requis au passage du Niveau 3 ou de l'Initiateur Club.



Formation théorique Niveau 2



LES BAROTRAUMATISMES

LES BAROTRAUMATISMES – NIVEAU 2

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de vos prérogatives de niveau 2, vous pourrez évoluer en autonomie. Vos connaissances en matière d'accident doivent être approfondies pour pouvoir modifier votre comportement avant, pendant et après la plongée. Vous devrez évoluer en toute sécurité en l'absence de GP et potentiellement de DP à la sortie de l'eau.

Pour chacun des accidents vous devez :

- connaître la cause,
- connaître les symptômes pour le détecter en l'absence de GP
- savoir adopter une attitude favorisant la prévention
- connaître la CAT dans l'eau et pouvoir aider en surface jusqu'à la prise en charge par le DP
- prendre conscience des répercussions immédiates sur l'organisme
- appréhender le risque de la zone des 10 mètres comme étant plus dangereuse
- être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2. RAPPELS

En plongée, les volumes de gaz sont inversement proportionnels à la pression qu'ils subissent.

Les variations de volume sont plus importantes en se rapprochant de la surface.

3. DEFINITION

Les barotraumatismes résultent du non-équilibre entre un volume gazeux du corps et le milieu ambiant.

Ils se caractérisent par **leur effet immédiat** et un facteur favorisant commun : une variation RAPIDE de pression.

LES BAROTRAUMATISMES

Je choisis de traiter les accidents dans l'ordre, le plus grave (la surpression pulmonaire), puis les suivants par ordre relatif de fréquence.

1- La Surpression Pulmonaire

Cause :

Augmentation du volume pulmonaire au-delà de ce qui est toléré physiologiquement.

Mécanismes :

Ce n'est pas que l'éclatement des alvéoles. La surpression pulmonaire peut débuter par une distension alvéolaire ne créant pas de déchirement.

Facteurs favorisants :

La vitesse de remontée rapide, l'expiration insuffisante voire le blocage de la respiration à la remontée sont les facteurs favorisants.

En autonomie et donc en l'absence de GP, c'est vous qui devrez impulser la remontée, gérer la vitesse et faire attention à la manière dont vous expirez. Vous devrez adapter votre comportement.

Symptômes :

Douleurs thoraciques

Difficultés respiratoires plus ou moins importantes pouvant aller jusqu'à l'asphyxie.

Apparition possible de crachats sanglants.

Une évolution rapide et fatale peut survenir s'il y a eu déchirement.

Conduite à Tenir :

Même si l'on peut penser qu'un Directeur de Plongée prendra en charge l'accidenté vous devez être informé de la CAT.

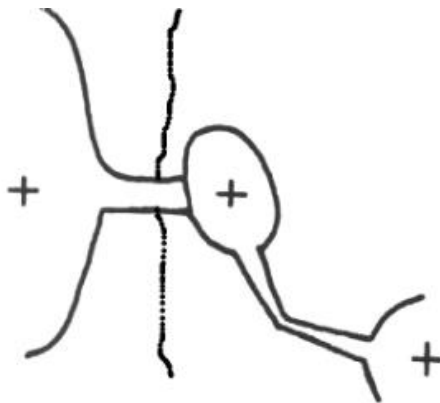
Une surpression pulmonaire doit être traitée comme un accident de décompression avec mise en place d'oxygène pur, alerte aux secours et évacuation.

La victime doit être mise en position ½ assise (ou allongée). Elle doit boire de l'eau.

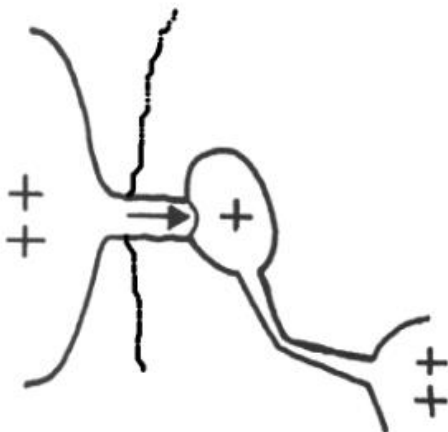
2- Les oreilles

L'oreille est un organe fragile et très sensible et donc particulièrement soumis aux risques.

A. Accident de l'oreille moyenne à la descente



1. A la surface.



2. Début de la descente.

Cause :

Non équilibre de l'oreille moyenne avec le milieu ambiant.

Mécanismes :

Déformation du tympan sous l'effet de la pression ambiante.

Facteurs favorisants :

Pour prévenir cet accident, on se rappelle qu'il faut équilibrer les pressions de part et d'autre du tympan pour le remettre dans sa position initiale. La vitesse de descente rapide peut favoriser cet accident en cas de difficulté à équilibrer.

Il est donc important de favoriser le dialogue entre plongeurs car vous devrez adapter votre comportement à adopter en l'absence de GP dans le cadre d'une plongée en autonomie (notamment avoir une vitesse de descente adaptée et confortable pour tous).

Symptômes :

Nous ressentons à ce moment, une gêne qui s'amplifiera pour devenir douleur de + en + violente si on ne fait rien.

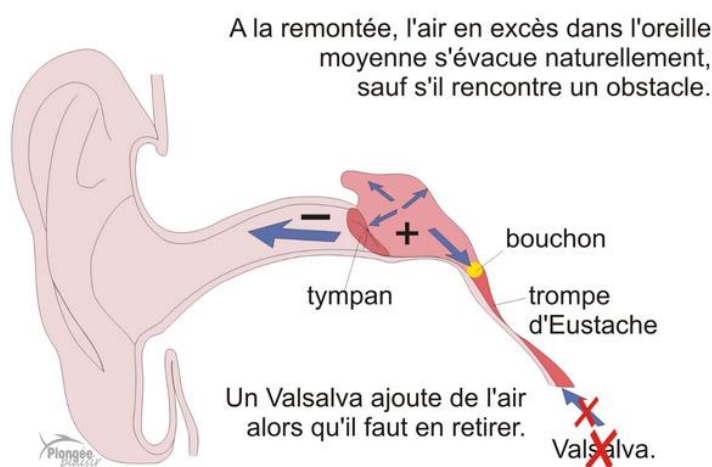
Le risque de déchirer le tympan existe et la douleur peut devenir insupportable.

Conduite à Tenir :

Il est important de ne pas insister en cas de difficulté à équilibrer ses oreilles.

Il est conseillé de consulter en cas de gêne ou de douleur à la sortie de l'eau.

B. Vertige alerno-barique à la remontée.



Cause :

Non équilibre de la pression dans l'oreille moyenne avec le milieu ambiant.

Mécanismes :

Dysfonctionnement du centre de l'équilibre du au différentiel de pression entre les deux oreilles moyennes.

Facteurs favorisants :

Des voies aériennes encombrées peuvent favoriser l'apparition de cet accident.

Symptômes :

Ils apparaissent quasi -exclusivement sous l'eau pendant la remontée ce qui peut aider à faire la différence avec l'ADD qui apparait souvent à la sortie de l'eau.

Le plongeur ressent des vertiges fugaces ou durables qui peuvent être légers ou importants occasionnant alors des nausées.

Les symptômes vont s'atténuer et disparaître en quelques minutes après le retour à la surface.

Conduite à Tenir :

En cas de sensation, il faut avertir son guide ou son binôme, stopper toute progression et se laisser prendre en charge.

Il est conseillé de consulter en cas de gêne ou de douleur à la sortie de l'eau.

3- Les sinus

Cause :

Les sinus sont des cavités creuses situés dans l'os de la face tapissés d'une muqueuse.

Non équilibre des sinus avec le milieu ambiant aussi bien à descente qu'à la remontée.

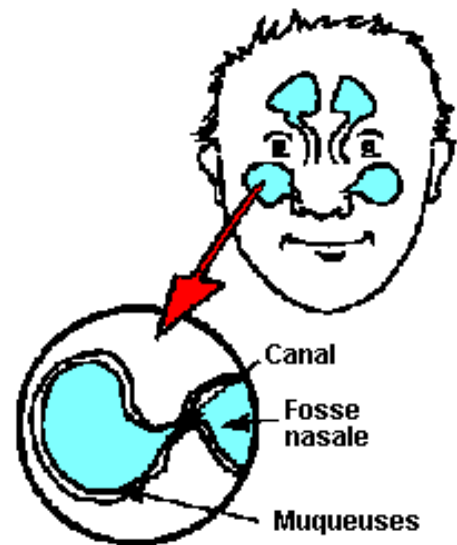
Mécanismes :

Déformation de la muqueuse. Les canaux sont obstrués et ne permettent pas aux sinus de s'équilibrer avec la pression ambiante.

Symptômes :

Un sinus, encombré par une crise d'allergie ou un fort rhume, ne permet pas à l'air de s'y infiltrer correctement. Il n'arrive pas alors à s'équilibrer en même temps que les fosses nasales.

La douleur va devenir de + en + intense en descendant.



Facteurs favorisants

La vitesse de descente (ou de remontée) rapide peut favoriser cet accident en cas de difficulté à équilibrer. Il est donc important de favoriser le dialogue entre plongeurs car vous devrez adapter votre comportement en l'absence de GP dans le cadre d'une plongée en autonomie (notamment avoir une vitesse de descente adaptée et confortable pour tous).

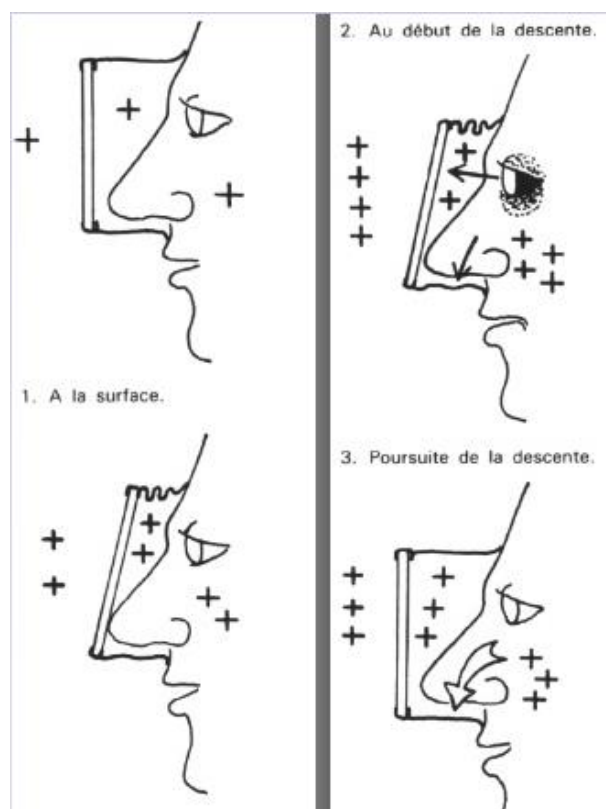
Nous vous déconseillons l'usage de produits médicamenteux tels que les vasoconstricteurs qui peuvent être néfastes car leur durée d'efficacité est courte et souvent inférieure à la durée de la plongée ; cela peut créer des soucis d'équilibrage à la remontée qui se traduiront par des douleurs localisées de plus en plus importantes.

Conduite à Tenir :

Il est important de ne pas forcer si l'équilibrage est difficile à réaliser. Il faut stopper la progression et essayer d'adopter une vitesse plus lente. Se rincer les fosses nasales avec de l'eau de mer peut permettre de faciliter le passage de l'air.

Il est conseillé de consulter en cas de gêne ou de douleur à la sortie de l'eau.

4- Le placage de masque



Cause :

A la descente, non équilibre entre le volume aérien du masque avec le milieu ambiant.

Mécanismes :

Effet ventouse.

Le volume d'air compris entre la face et la vitre du masque est soumis lui aussi aux variations de pression et donc aux variations de volume.

Avec l'augmentation de pression à l'extérieur de la vitre, le masque va se plaquer sur le visage et agir comme une ventouse.

Facteurs favorisants ;

Une sangle de masque trop serrée favorise cet accident car on élimine l'élasticité de la jupe du masque.

Une vitesse de descente rapide peut favoriser le placage de masque.

Symptômes ;

Le placage de masque peut provoquer des troubles de la vue puis des lésions au niveau des yeux et du nez qui ne sont ni graves ni irréversibles.

Conduite à Tenir :

Il n'y a rien à faire si ce n'est consulter.

5- Le barotraumatisme de l'intestin et de l'estomac

Il faut ici tordre le cou à toutes fabulations et histoires alimentaires loufoques car le plongeur (et vous en faites partie) mange des féculents, boit des boissons gazeuses et ne fait pas de barotraumatismes dans le système digestif à chaque fois.

Cause :

C'est accident survient à la remontée.

Il y a présence d'air dans le tube digestif. La cause la plus vraisemblable est l'ingestion d'air (aérophagie) au cours de la plongée.

Mécanismes :

Le système digestif (estomac, intestin) est le siège de volume gazeux et ce volume d'air augmente à la remontée ; il doit être évacué sous peine de créer des dommages.

Facteurs favorisants

Il est important de limiter l'apparition d'air dans cette partie de l'organisme.

Il n'y a pas de régime alimentaire spécifique mais une alimentation saine et sans excès permet d'éviter ses troubles.

Un détendeur en débit continu, des manœuvres de Valsalva, des déglutitions répétées, peuvent envoyer de l'air dans le système digestif. Il faut vérifier son matériel avant la plongée et signaler tout dysfonctionnement avant la mise à l'eau pour ne pas avoir à plonger avec un détendeur défectueux.

Ne pas hésiter à évacuer l'air présent pendant la plongée 😊😊😊

Symptômes :

Douleurs abdominales plus ou moins intense.

Conduite à Tenir :

Il n'y a rien à faire si ce n'est consulter. Si les douleurs sont très importantes, le DP peut prendre la décision d'évacuer la victime.

6- Les dents

Mécanisme :

A la descente

Des gencives fragiles peuvent devenir plus sensibles sous l'effet de la pression et du froid de l'air détendu. Remonter et mettre fin à la plongée semble être la meilleure solution.

A la remontée :

Une dent mal soignée ou cariée peut renfermer une poche d'air qui en remontant ne pourra être évacuée correctement du fait que la dent est en mauvais état. La douleur va devenir de + en + intense en remontant.

Prévention :

Dans tous les cas, il est important de stopper la progression.

A la remontée, si vous ressentez une gêne ou un début de douleur, il faut redescendre d'un mètre ou deux puis essayer de remonter plus lentement.

Une bonne hygiène dentaire est importante.

Conduite à Tenir :

Dans tous les cas il est important de stopper la progression.

Consulter si nécessaire.

POUR FINIR

En conclusion, il est possible de faire une synthèse rapide en rappelant les accidents pouvant survenir à la descente et ceux qui arrivent à la remontée

LES BAROTRAUMATISMES

| | Quand ? | Cause | Prévention | Symptômes |
|--------------------------------|---------|---|--|---|
| Surpression pulmonaire | ↗ | Augmentation du volume pulmonaire au-delà de ce qui est toléré physiologiquement. | Vitesse de remontée lente. Ne pas bloquer la respiration à la remontée. Favoriser l'expiration à la remontée. | Douleurs thoraciques Difficultés respiratoires plus ou moins importantes ⇒ l'asphyxie. Crachats sanglants. Mort rapide possible |
| Oreille moyenne | ↘ | Non équilibre de l'oreille moyenne avec le milieu ambiant. | Equilibrer les oreilles. Adopter une vitesse de descente lente. Signaler aux membres d'éventuelles difficultés | Gêne qui peut s'amplifier pour devenir douleur de + en + violente |
| Vertige alterno barique | ↗ | | Adopter une vitesse de descente lente | Vertiges fugaces ou durables Nausées. Les symptômes vont s'atténuer en surface. |
| Sinus | ↘ | Non équilibre des sinus avec le milieu ambiant. | Adopter une vitesse de descente lente. Signaler aux membres d'éventuelles difficultés Ne pas forcer | La douleur va devenir de + en + intense en descendant |
| | ↗ | | Stopper l'ascension Adopter une vitesse de remontée encore plus lente. | |
| Dents | ↘ | Gencives fragiles et sensibles | Remonter et mettre fin à la plongée | Douleur + ou – intense |
| | ↗ | Poche d'air sur une dent mal soignée | Stopper l'ascension Adopter une vitesse de remontée encore plus lente. | Douleur + ou – intense |
| Placage de masque | ↘ | Non équilibre entre le volume aérien du masque avec le milieu ambiant. | Ne pas trop serrer la sangle du masque. Expirer par le nez de temps en temps. | Troubles de la vue. Lésions au niveau des yeux et du nez. |
| Système digestif | ↗ | Présence d'air dans le tube digestif | Alimentation saine et sans excès. Attention au déglutitions et Valsalva répétées, au détendeur en débit continu. Ne pas hésiter à évacuer l'air présent pendant la plongée 😊😊😊 | Douleurs abdominales plus ou moins intense |



Formation théorique Niveau 2



L'ACCIDENT DE DESATURATION

DISSOLUTION DES GAZ DANS LES LIQUIDES – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Dans le cadre d'une formation niveau 2, les cours sur les accidents de plongée doivent être approfondis et nécessitent des connaissances elles-aussi approfondies en matière de phénomène physique. La notion de dissolution des gaz dans les liquides est celle qui nous permettra de mieux comprendre le cours sur les accidents de désaturation.

A l'issue de ce cours, l'élève doit :

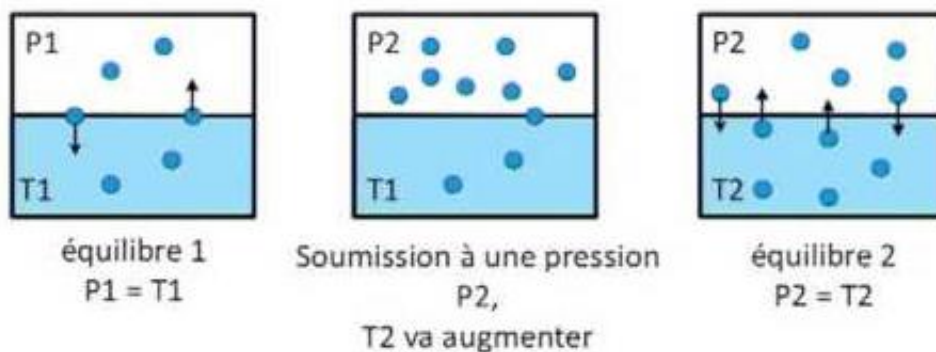
- Comprendre comment un liquide peut dissoudre un gaz et comment ce dernier peut retourner à l'état gazeux
- Connaître les 3 états de saturation
- Savoir quels facteurs peuvent influencer sur ce phénomène

2- RAPPELS

Par simplification on rappelle que l'air est composé à 20% d'O₂ et 80% N₂

Les pressions partielles d'un gaz sont proportionnelles à la pression ambiante

3- DEMONSTRATION



Il y a de l'air dissout dans l'eau. Une pression plus importante à surface du liquide entraîne une dissolution (du gaz va se dissoudre dans le liquide). On appelle cela la charge.

L'inverse sera vérifié également si la pression du gaz dissout est supérieure à celle présente à la surface. On appelle cela la décharge.

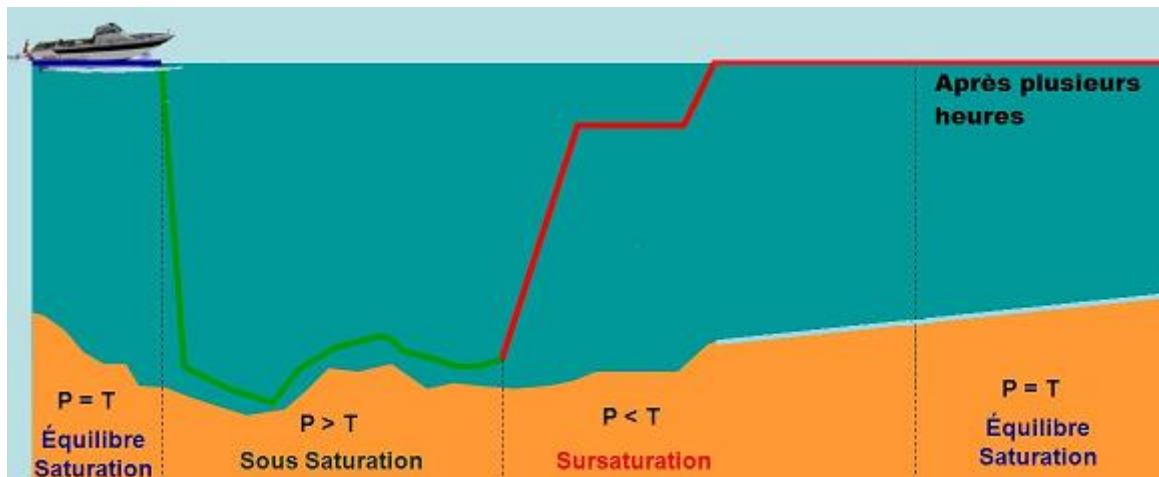
4- LES FACTEURS INFLUENTS LA DISSOLUTION

Sans avoir à connaître les mécanismes fins, vous devez savoir qu'il existe des facteurs qui font varier la quantité de gaz dissout dans un liquide.

| Facteurs de dissolution | Quelle conséquence ? |
|--------------------------------------|--|
| Augmentation de la pression | Augmentation de la quantité de gaz dissout |
| Augmentation de la durée | |
| Augmentation de la surface d'échange | |
| Agitation de surface | |
| Nature de gaz ou du liquide | Modification de la vitesse et de la quantité propre à chacun |
| Température du liquide | Négligeable |

5- LES ETATS DE SATURATION

Toutes ces explications valables pour tous les gaz dissous dans tous les liquides ou fluides. Cependant, nous nous intéressons ici uniquement à l'azote, car c'est lui qui entre en jeu dans le cas d'un accident de désaturation.



Les phénomènes de charge/décharge en azote ne sont pas immédiats. Cela prend du temps comme on peut le voir en ouvrant une bouteille gazeuse ou l'élimination du gaz dissout dans le liquide n'est pas instantanée.

Un lien peut être établi entre la durée de la désaturation (élimination/décharge) qui prend du temps et l'indication lue sur un ordinateur de plongée à la sortie de l'eau.

L'ACCIDENT DE DESATURATION – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Dans le cadre de vos prérogatives de niveau 2, vous pourrez évoluer en autonomie mais aussi dans une zone plus profonde (20-40mètres) et plus à risque au regard de l'accident de désaturation. Vos connaissances dans ce domaine doivent être approfondies pour pouvoir évoluer en toute sécurité, avec ou en l'absence de GP et potentiellement de DP à la sortie de l'eau.

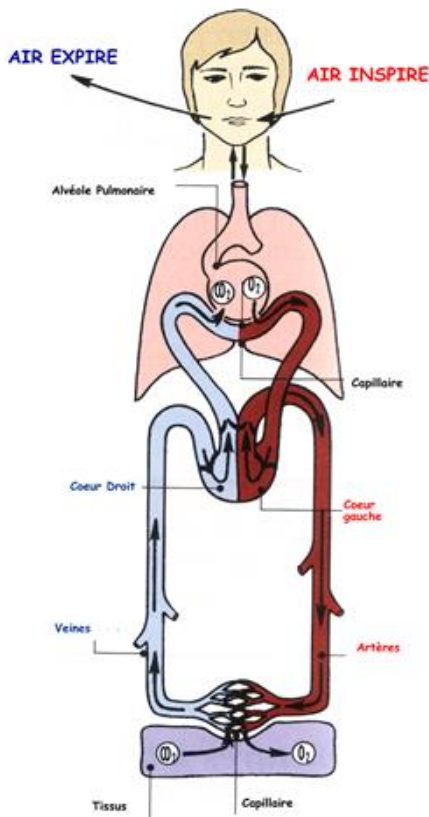
A propos de l'accident de désaturation l'élève doit :

- connaître la cause,
- connaître les symptômes pour savoir le détecter
- savoir le prévenir
- connaître la CAT pour éventuellement pouvoir aider
- être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen

2- RAPPELS

La dissolution des gaz et les facteurs qui peuvent influencer cette dissolution.

3- NOTION DE PHYSIOLOGIE



L'air inspiré est riche en oxygène qui est le carburant de l'organisme.

L'air expiré est riche en CO₂. Le CO₂ provient du travail musculaire ; c'est un déchet qui doit être éliminé.

Les échanges gazeux entre la circulation et le milieu ambiant se font par les poumons.

Les gaz sont transportés entre les poumons et l'ensemble des cellules grâce au sang à travers tous les vaisseaux sanguins de l'organisme.

Le cœur permet la circulation du sang. Il est divisé en deux parties distinctes.

4- CAUSE

Le déclenchement d'un accident de désaturation est dû à **un blocage de la circulation** par des bulles d'azote présentes dans la circulation sanguine **au moment de la désaturation**.

5- MECANISMES

L'azote stocké dans l'ensemble des tissus de l'organisme au cours de la plongée va reprendre une forme gazeuse dès le début de la remontée, puisque la profondeur diminuant la pression ambiante va diminuer (cf cours sur la dissolution des gaz).

L'azote quitte les cellules, retourne alors dans le sang et remonte aux poumons pour être évacué par l'expiration. **Si cette évacuation est perturbée** par un mauvais comportement du plongeur ou par la présence importante de bulles qui peuvent également augmenter de volume pendant la remontée, **l'azote reste dans la circulation**. Ces bulles peuvent alors se déplacer à travers un vaisseau qui rétrécit **et la circulation sanguine sera alors bloquée**. Tous les tissus en aval ne seront plus oxygénés occasionnant alors divers dommages.

6- SYMPTOMES

Les symptômes sont très divers. Ils peuvent apparaître pendant la période de désaturation **(c'est-à-dire dès le palier jusqu'à plusieurs heures après la sortie de l'eau)**. Il est donc important dans le cadre d'une plongée en autonomie où vous pourriez vous retrouver seuls sur un bateau pendant que d'autres plongeurs sont encore sous l'eau, de garder un regard attentif sur votre binôme à l'issue de la plongée.

De manière générale, le plongeur ressent une fatigue très intense. Dans la grande majorité des cas, le système nerveux est atteint. Le plongeur peut alors ressentir divers troubles moteurs (fourmillements, paralysies) ou sensitifs (vue, ouïe, équilibre, ...). Dans certains cas on peut ressentir des vertiges, des nausées.

Toute sensation anormale ou trouble divers (violente douleur dans le dos, nausées, troubles d'élocution, prostration, douleurs musculaires ou articulaires, éruptions cutanées) **doit être considérée avec sérieux**.

7- PREVENTION

Prévenir un accident de désaturation nécessite d'une part le **respect des procédures de décompression** mais **surtout** d'être capable de **minimiser autant que possible, la présence de facteurs favorisants**.

De manière générale, les procédures de décompression sont relativement bien respectées par les plongeurs, ce qui donne de l'importance au rôle des facteurs favorisants. Le plongeur niveau 2 devra donc y être particulièrement attentif dans le cadre des prérogatives en autonomie dont il pourra bénéficier.

FACTEURS FAVORISANTS

La prévention de cet accident consiste à maîtriser au mieux l'élimination de l'azote accumulé.

Il est important d'adopter un comportement adéquat avant, pendant et après la plongée.

Avant la plongée

Ne jamais plonger si l'on se sent fatigué ou si l'on n'en a pas envie. **La forme physique** du plongeur est un facteur important. Demander un avis si vous suivez un traitement médical.

Pendant la plongée

Limitez les **efforts** dans l'eau, protégez-vous du **froid** pour ne pas augmenter la quantité d'azote accumulé.

Concernant le profil de la plongée que vous devrez peut-être gérer, évitez des profils **yoyo** ou inversés.

Respectez bien les **procédures de décompression** et n'oubliez pas que la **vitesse de remontée** en est un des paramètres.

Ne faites pas de manœuvre de Valsalva forcées et prolongées au palier ou pendant la remontée pour ne pas gêner l'élimination de l'azote.

Après la plongée

Attention !!! Ce n'est pas tout. La plongée ne prend pas fin parce que vous êtes sorti de l'eau

Il est important **pendant plusieurs heures** de :

- Ne pas faire **d'efforts** importants, de ne pas faire **d'apnée** statique ou dynamique pour ne pas gêner l'élimination.
- Ne pas monter en **altitude** ; dans tous les cas planifier votre plongée en conséquence avant de plonger ou renseignez-vous auprès d'un moniteur.

La prévention d'un ADD consiste principalement à limiter au maximum la présence de facteurs favorisants. Nous venons de voir les facteurs comportementaux sur lesquels vous avez une réelle possibilité d'agir.

La présence de facteurs physiologiques inhérents à notre organisme participe à augmenter le facteur risque (l'âge, la forme physique, le tabagisme, la consommation d'alcool, la prise de drogue ou de médicaments).

8- CONDUITE A TENIR

Dans le cadre de vos prérogatives, il y aura toujours la présence d'un directeur de plongée sur site qui a obligatoirement reçu une formation de secourisme. Il prendra en charge la mise en œuvre des secours qui doivent comporter différentes étapes.

- La **mise sous oxygène rapide** de l'accidenté qui sera placé de préférence en position allongée,
- **L'alerte aux secours** doit être effectuée pour préparer l'évacuation vers un centre hyperbare.
- L'accidenté devra **boire de l'eau**.

Vous pourrez peut-être aider c'est pourquoi tous les plongeurs doivent être encouragés à suivre la formation de secourisme (RIFAP) pour son intérêt personnel ou en prévision de passer le niveau 3.



Formation théorique Niveau 2



OUTILS ET PROCEDURES DE DECOMPRESSION

OUTILS ET PROCEDURES DE DECOMPRESSION

1- INTRODUCTION

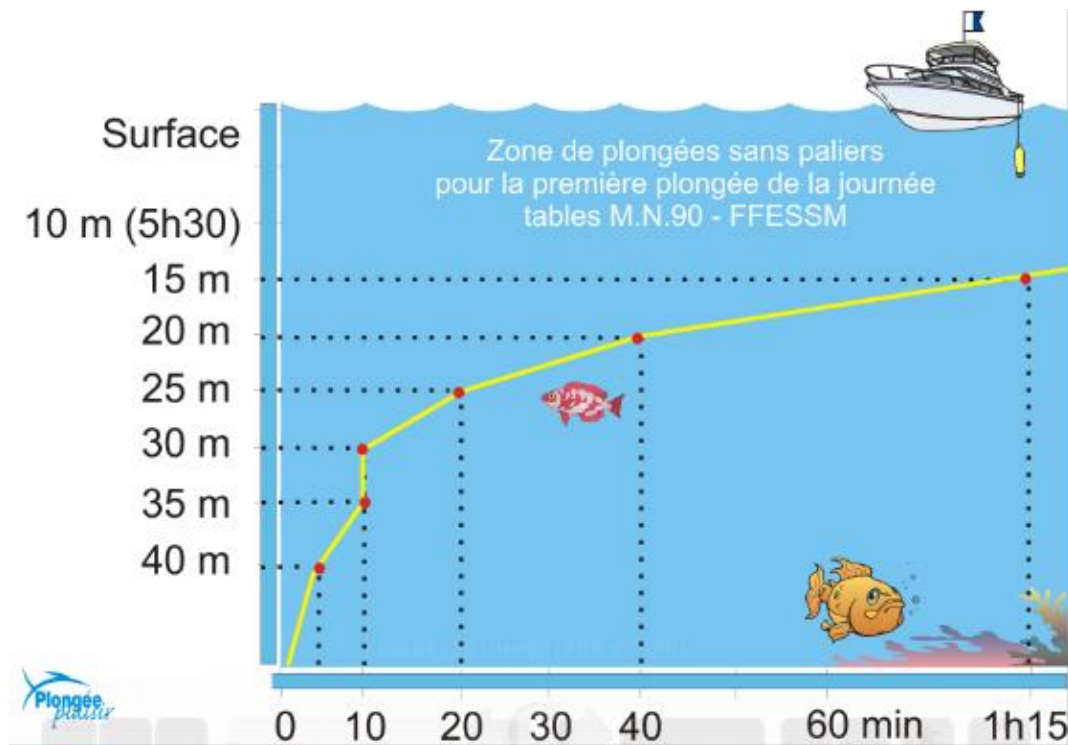
Dans le cadre de l'accès à l'autonomie, le plongeur niveau 2 doit connaître le fonctionnement d'un moyen de décompression et le faire cohabiter avec ceux de sa palanquée, afin de pouvoir utiliser, planifier une plongée et assurer une décompression optimale.

A l'issue du cours vous devrez :

- Avoir des connaissances succinctes sur les outils de décompression différents (paramètres utilisés, conditions générales d'utilisation)
- Connaître le fonctionnement des tables fédérales dans des situations simples et lors de procédures de secours
- Savoir prendre en compte la diversité des ordinateurs et des contraintes de cohabitation.

2- RAPPELS

Courbe de sécurité ; Certains profils de plongée ne nécessitent pas de faire de palier obligatoire. Avoir des paliers obligatoires veut dire que l'on est sorti de la courbe de sécurité.



3- LE PROFIL DE PLONGEE



Le profil de plongée dépend essentiellement de deux paramètres : **La profondeur instantanée et la durée.**

Pour calculer la décompression à réaliser, un **ordinateur de plongée** enregistre quasiment à chaque instant votre position et définit votre profondeur, le temps d'immersion et votre vitesse de remontée. Par conséquent, il détermine **la quantité d'azote stockée** pendant la plongée que vous devrez éliminer. Pour cela, il vous propose une **procédure de décompression**. De plus, certains modèles prennent en compte également la température de l'eau et votre consommation. Ils gardent également en mémoire les plongées que vous avez réalisées auparavant.

Le profil de plongée dit « **carrée** » est celui pris en compte lorsqu'on utilise une **table de plongée** et considère que le plongeur à passer la totalité de la plongée à la profondeur maximale pour calculer la décompression à accomplir. Ces données sont optimisées pour certaines conditions (ex : la vitesse de remontée) propres à chaque modèle.

4- UTILISATION DE L'ORDINATEUR DE PLONGEE

L'ordinateur de plongée a l'avantage de calculer la décompression qui correspond exactement à votre profil de plongée et ne vous oblige pas à faire de paliers « inutiles ».

Très souvent, il vous donne des indications sur votre vitesse de remontée pour vous aider à mieux la maîtriser.

Les paliers à réaliser s'affichent souvent dès qu'ils apparaissent dans la procédure.

Les limites de l'ordinateur : Le fait de coller au plus près au profil de la plongée limite la marge de sécurité et certaines données qui peuvent être importantes ne sont pas prises en compte : l'état physique du plongeur, sa consommation, sa ventilation. Il est donc important de se rappeler qu'un ordinateur n'est qu'une machine qui fait des calculs et que son utilisateur doit l'utiliser avec discernement.

Consignes et précautions d'utilisation avant utilisation :

Un ordinateur est personnel puisqu'il correspond à un profil précis et tient compte des intervalles de surface entre plongées. Le prêter à un quelqu'un ou recevoir un autre ordinateur, peut comporter des risques.

Demandez avis au directeur de plongée.

Si l'on vous prête un ordinateur, vous devez également en connaître le fonctionnement et savoir interpréter les informations affichées. Comment accéder à ces informations ? Propose-t-il des paliers profonds, des paliers de sécurité ?

Vous devez également faire attention si l'utilisateur précédent n'a pas laissé l'ordinateur en mode Nitrox (ce mélange avec une concentration en azote différente de 80% nécessite des paliers différents).

5- UTILISATION DES TABLES FEDERALES

Ce chapitre a pour objectif de vous faire **comprendre le fonctionnement** des tables de décompression fédérales MN90.

Nous vous présentons ici les procédures pour quelques cas.

a) Présentation de l'outil

Les tables de la Marine Nationale sont des tables de plongée loisir établies sur la base d'un profil « carré ».

Elles sont établies pour 2 plongées par cycle de 24h.

La vitesse de remontée préconisée est de 15 à 17 m/mn.

La vitesse de remontée inter palier est 6 m/mn.

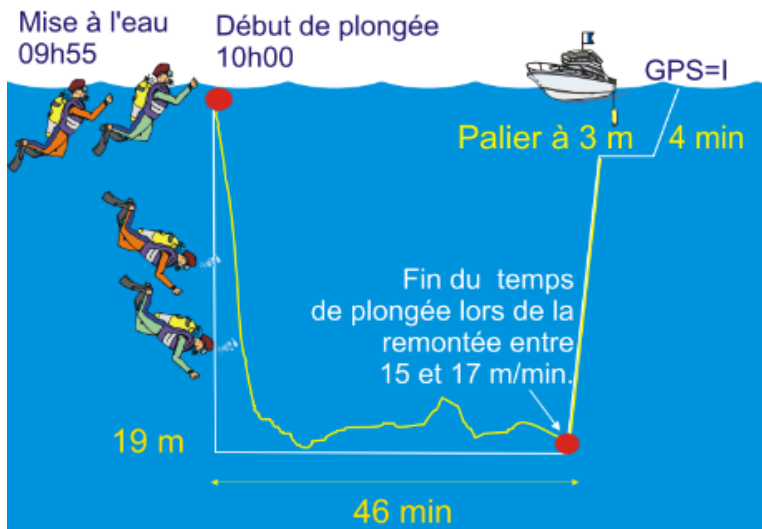
Tables de plongée à l'air
Marine Nationale 1990 (extraits)

| m | min | 3 | 6 | m | min | 3 | 6 | m | min | 3 | 6 |
|-----|-----|---|---|-----|-----|---|---|-----|-----|---|---|
| 30 | C | | | 25 | E | | | 20 | E | | |
| 45 | D | | | 30 | F | | | 30 | G | | |
| 60 | F | | | 40 | G | | | 35 | H | | |
| 75 | G | | | 50 | H | | | 40 | I | | |
| 105 | H | | | 55 | I | | | 45 | J | | |
| 120 | I | | | 60 | J | | | 50 | K | | |
| 180 | L | | | 65 | K | | | 55 | L | | |
| | | | | 70 | L | | | 60 | M | | |
| 30 | D | | | 75 | M | | | 65 | N | | |
| 45 | E | | | 80 | N | | | 70 | O | | |
| 60 | F | | | 85 | O | | | 75 | P | | |
| 75 | G | | | 90 | P | | | 80 | Q | | |
| 105 | H | | | 95 | Q | | | 85 | R | | |
| 120 | I | | | 100 | R | | | 90 | S | | |
| 135 | J | | | 105 | S | | | 95 | T | | |
| 140 | K | | | 110 | T | | | 100 | U | | |
| | | | | 115 | U | | | 105 | V | | |
| 30 | E | | | 120 | V | | | 110 | W | | |
| 45 | F | | | 20 | D | | | 50 | X | | |
| 60 | G | | | 30 | E | | | 55 | Y | | |
| 75 | H | | | 40 | F | | | 60 | Z | | |
| 80 | I | | | 45 | G | | | 65 | A | | |
| 85 | J | | | 50 | H | | | 70 | B | | |
| 90 | K | | | 55 | I | | | 75 | C | | |
| 95 | L | | | 60 | J | | | 80 | D | | |
| 100 | M | | | 65 | K | | | 85 | E | | |
| 105 | N | | | 70 | L | | | 90 | F | | |
| 110 | O | | | 75 | M | | | 95 | G | | |
| 115 | P | | | 80 | N | | | 100 | H | | |
| 120 | Q | | | 85 | O | | | 105 | I | | |
| | | | | 90 | P | | | 110 | J | | |
| | | | | 95 | Q | | | 115 | K | | |
| | | | | 100 | R | | | 120 | L | | |
| | | | | 105 | S | | | | | | |
| | | | | 110 | T | | | | | | |
| | | | | 115 | U | | | | | | |
| | | | | 120 | V | | | | | | |

Publication : Sea Force - © World - Révisé
plongee-plaisir.com

Éditions GAP

b) Plongée simple



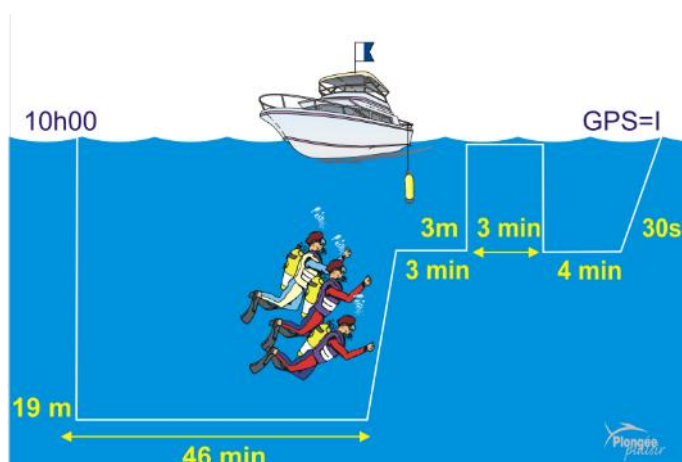
Une plongée simple est une plongée avec un intervalle de surface précédent d'au moins 12 heures.

La profondeur à retenir est la profondeur maximale atteinte au cours de la plongée.

La durée de plongée est celle affichée au moment où l'on entame une remontée à 15m/mn jusqu'au premier palier ou la surface.

Si des valeurs n'apparaissent pas dans la table, on retient la valeur immédiatement supérieure.

c) Interruption de palier



En cas d'interruption de palier due à une erreur technique ou une panne d'air, le plongeur dispose de moins de 3 minutes pour revenir faire en totalité le ou les paliers non réalisés.

Tout palier correctement réalisé n'est pas à refaire.

d) Remontée rapide

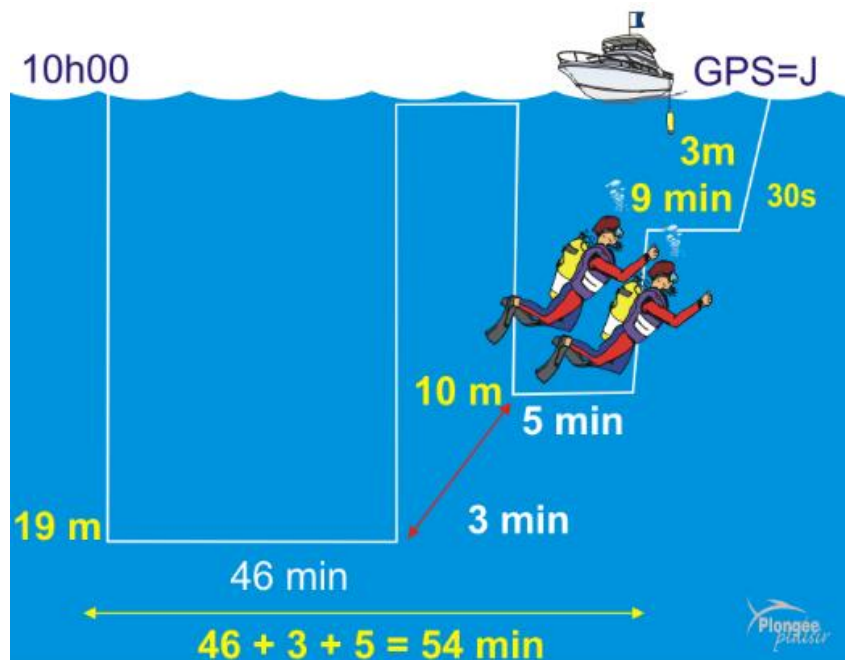
La procédure de la remontée rapide s'applique lorsque le plongeur dépasse la vitesse de 15 à 17 m/mn au cours de la remontée.

Arrivé en surface, il a moins de 3 minutes pour rejoindre la mi-profondeur.

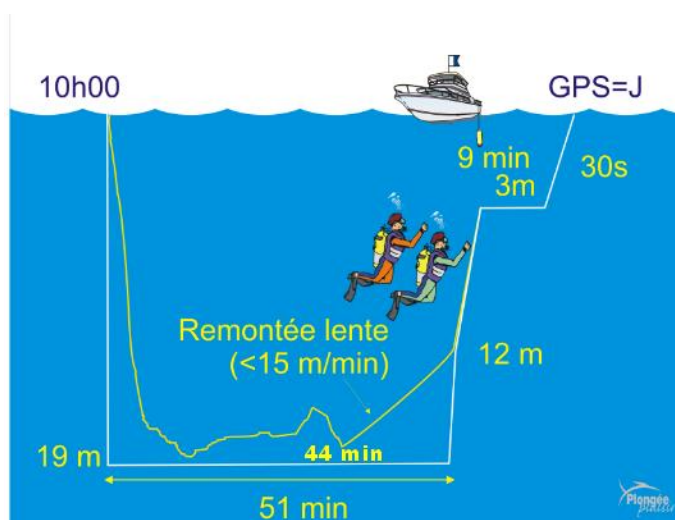
Il y passe alors 5 minutes.

Il met alors fin à la plongée et effectue les paliers nécessaires en prenant la profondeur maximale atteinte et la durée totale écoulée jusqu'à la fin du palier de 5 mn.

Il détermine les paliers et effectue au minimum 2 minutes à 3 mètres avant de sortir de l'eau.



e) Remontée lente



La procédure de remontée lente s'applique lorsque la vitesse de remontée est inférieure à 15 m/mn. Dans cet exemple, le plongeur entame la remontée à 44 minutes mais remonte lentement pendant la moitié du parcours. La durée à prendre en compte dans la table doit inclure ce passage de remontée lente (ici 7 mn) et devient 51 minutes.

Ce comportement traduit souvent la réalité de plongée. Il peut être dangereux si l'on ne l'anticipe pas le rallongement des paliers cela peut poser des problèmes de froid ou plus grave encore, des problèmes d'autonomie en air.

Ce phénomène est également visible avec un ordinateur et doit inciter à la prudence car les minutes de paliers peuvent augmenter rapidement et engendrer un risque de panne d'air.

6- LA COHABITATION

Aujourd'hui, la quasi-totalité des plongeurs utilisent des ordinateurs. Les tables de plongée sont marginales mais elles font partie du matériel de sécurité d'un bateau de plongée et donc sa lecture doit être connue.

Les paliers affichés sont déterminés à partir d'algorithmes qui peuvent être différents d'un ordinateur à l'autre. Ainsi, **tous les ordinateurs n'afficheront pas forcément les mêmes paliers**. Selon les algorithmes, les vitesses de remontée peuvent différer (ils existent des procédures de remontée à vitesse variables). A ces différences, peut se rajouter le fait qu'un des membres de la palanquée peut avoir plongé peu de temps avant ou que chacun d'entre nous au cours de la plongée ne respectent pas scrupuleusement le même parcours.

Voilà autant de facteurs qui font que **nous serons confrontés sous l'eau à des affichages de paliers différents au sein d'une même palanquée**. Dans tous les cas, la palanquée devra se ranger et **adopter la procédure la plus sécurisante** ; c'est-à-dire celle qui propose les paliers les plus importants.

En tant que plongeur autonome, vous devez donc savoir interpréter l'affichage de votre ordinateur (ou vos tables de plongée) mais également **vous intéresser au matériel utilisé par votre binôme**. Vous devez instaurer avant la plongée avec ce dernier, **un dialogue sur la procédure de décompression** à utiliser et comment vous communiquerez vos informations sous l'eau (ex : affichage des premiers paliers).



Formation théorique Niveau 2



AUTRES RISQUES EN PLONGEE

LA NARCOSE – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Dans le cadre de vos nouvelles prérogatives, vous pourrez aborder de nouvelles profondeurs où de nouveaux accidents peuvent survenir. La narcose fait partie de ces nouveaux accidents. Pour cet accident le plongeur niveau 2 doit :

- connaître la cause,
- connaître les symptômes
- savoir les prévenir
- connaître la CAT dans l'eau et pouvoir aider
- être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2- CAUSE :

Une augmentation de la profondeur occasionne une **augmentation de la PpN2 respirée** qui est la cause de cette intoxication.

Il faut donc développer la notion de pression partielle.

3- LES PRESSIONS PARTIELLES

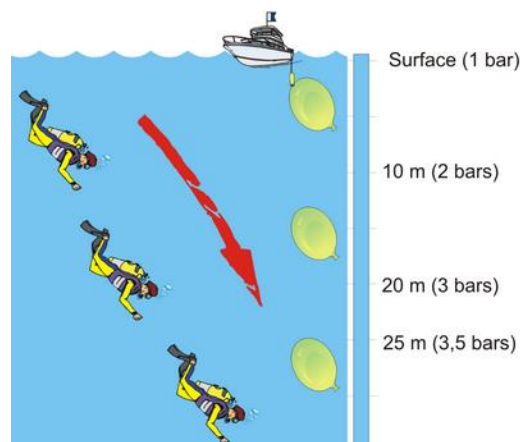
L'élève doit comprendre ce qu'est une pression partielle et son évolution avec la profondeur

- RAPPELS

Les pressions

- LA COMPOSITION DE L'AIR

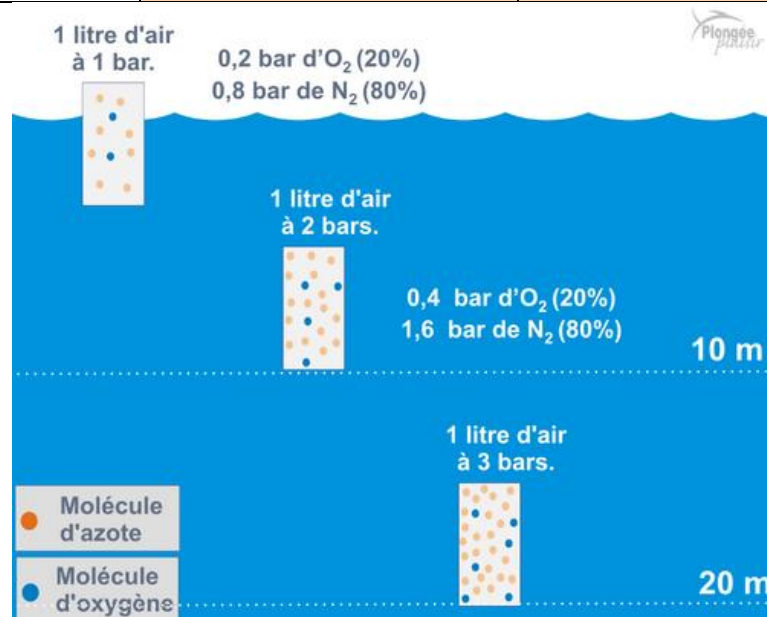
| | |
|--------------------------------------|-------|
| O ₂ – oxygène | 20,9% |
| N ₂ – azote | 79 % |
| CO ₂ – dioxyde de carbone | 0,03% |
| Gaz rares (dont le CO) | 0,07% |



On simplifie pour la démonstration en considérant l'air avec 80% de N₂ et 20 % d'O₂

- QUE SE PASSE-T-IL QUAND LA PRESSION AUGMENTE ?

| Profondeur | P absolue | % de mélange | Répartition des pressions Notion de pression partielle |
|--------------|-------------|-----------------------|---|
| A la surface | P abs = 1 b | 20% d'O ₂ | Pp O ₂ = 0,2 bar (1 x 20%) |
| | | 80% de N ₂ | Pp N ₂ = 0,8 bar (1 x 80%) |
| A 10 mètres | P abs = 2 b | 20% d'O ₂ | Pp O ₂ = 0,4 bar (2 x 20%) |
| | | 80% de N ₂ | Pp N ₂ = 1,6 bar (2 x 80%) |
| A 20 mètres | P abs = 3 b | 20% d'O ₂ | Pp O ₂ = 0,6 bar (3 x 20%) |
| | | 80% de N ₂ | Pp N ₂ = 2,4 bar (3 x 80%) |



Ce que je dois retenir :

- La pression partielle d'un gaz est la pression exercée par un gaz composant d'un mélange.
- Les pressions partielles d'un gaz sont proportionnelles à la pression ambiante.

4- Mécanisme :

Il est méconnu. Il y a perturbation de la transmission des informations au sein du système nerveux.

5- Symptômes :

Chaque individu ne réagit de la même façon. Outre le phénomène d'accoutumance, **un même plongeur peut réagir différemment** selon sa forme physique, son état psychologique. La comparaison peut être facile avec la prise d'alcool ou de drogue d'autant plus que les symptômes peuvent se ressembler.

- Sentiment d'euphorie, anxiété ou agressivité même si le plus souvent la narcose "ralentit" les capacités de réaction (inhibition)

- Lecture fréquente des instruments de mesure
- Accentuation du dialogue intérieur
- Troubles de la vision
- Rétrécissement du champ de vision (effet tunnel)
- Comportement incohérent (qui peut avoir des conséquences dangereuses)

En tant que niveau 2, **vous pourrez également observer des signes ou des attitudes chez les autres membres de la palanquée** comme par exemple

- Le retard ou la non réponse à un signe
- La réalisation lente ou incohérente de gestes

Attention :

La baisse de la vigilance, des facultés de raisonnement peut engendrer un comportement dangereux.

Tout le monde est soumis à la narcose et les facultés à maîtriser ces effets à un moment donné, différent selon les individus.

La narcose peut être considérée comme banal par certains plongeurs car il n'y a pas de séquelles. Le danger réside dans les actes dangereux que le plongeur peut réaliser, qui eux, pourront avoir des conséquences plus graves (essoufflement par incapacité à maîtriser sa stabilisation, noyade si comportement incohérent, ...)

6- Conduite à tenir

Même s'il n'existe pas de signes conventionnels, votre guide palanquée peut vous proposer un signe spécifique pour la narcose. Vous pourrez l'utiliser pour signaler votre état ou celui d'un membre de la palanquée. Dans le premier cas, **vous devrez aider votre équipier dans l'attente de l'intervention du GP.**

Si vous vous rendez compte qu'un membre de la palanquée est "narcosé" pouvez agir en relais en attendant l'intervention du GP. Vous effectuez une assistance en veillant à ne pas descendre et à maintenir le détenteur en bouche de votre assisté.

Le guide de palanquée peut proposer de continuer la plongée après son intervention qui consistera à remonter l'assisté de 10 à 15 mètres minimum. C'est à l'assisté de décider de poursuivre ou pas l'exploration.

7- Prévention

La prévention est à la fois du ressort du GP mais aussi de vous-même.

Descendez lentement, en position tête relevée.

Signalez immédiatement toute sensation anormale.

L'état physique et psychologique joue un rôle important dans cet accident. Ne croyez jamais que vous ne risquez rien, même si l'on sait le plongeur s'habitue à la profondeur.

L'ESSOUFFLEMENT – NIVEAU 2

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de vos nouvelles prérogatives, vous pourrez évoluer en autonomie et aborder de nouvelles profondeurs. Ces nouveautés nécessitent un approfondissement des connaissances sur cet accident vu au niveau 1. Pour cet accident le plongeur niveau 2 doit :

- connaître la cause,
- connaître les symptômes,
- savoir les prévenir notamment en l'absence de GP,
- connaître la CAT dans l'eau et pouvoir aider jusqu'à la prise en charge par le DP,
- être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2. CAUSES

Production trop importante de CO2 dans l'organisme.

3. MECANISME

L'augmentation des efforts musculaires produits entraîne une production accrue de CO2.

Il y a alors modification de la ventilation commandée par le système nerveux dans le but de répondre aux besoins de l'organisme en oxygène pour alimenter les muscles.

4. SYMPTOMES

Le rythme ventilatoire va alors s'accélérer avec des amplitudes de plus en plus petites.

Une non réaction face à cette situation peut entraîner une évolution importante vers l'essoufflement voire la suffocation.

Cette situation peut avoir des conséquences sur le plongeur :

- ADD : lié également à l'accélération du rythme ventilatoire et donc d'une saturation plus importante en azote.
- Noyade : le claquement de dents et l'engourdissement peuvent être la cause d'un mauvais maintien du détendeur en bouche.

5. FACTEURS FAVORISANTS

Plusieurs facteurs peuvent favoriser le déclenchement d'un essoufflement. Il est important de **limiter au maximum les efforts** afin de diminuer la production de CO2 :

- il faut limiter l'intensité du palmage en réduisant sa vitesse de déplacement,
- il faut s'aider du gilet pour se stabiliser,
- il faut faire attention à avoir un bon lestage,
- il faut respirer le plus calmement et profondément possible.

D'autres causes peuvent participer à l'apparition d'un essoufflement. **Une robinetterie de bouteille mal ouverte** ou un **détendeur** mal réglé peuvent être la cause d'efforts supplémentaires à réaliser par un plongeur. La **profondeur** est un facteur favorisant puisque l'air inspiré est plus dense et nécessite donc plus d'efforts ventilatoires.

Dans le cadre d'une plongée en autonomie,

Il est important d'instaurer un **dialogue avec son binôme** avant la plongée car chaque plongeur puisse réagir différemment de par sa technique ou sa condition physique. Ceci fait qu'un membre de la palanquée se fatiguera peut-être plus vite que son binôme (souvent à cause d'une vitesse de déplacement trop rapide).

Il faut être capable également de **s'adapter au milieu** pour éviter tout problème.

- Se maintenir à une ligne de vie s'il y a du courant de surface,
- S'immerger en se tenant au mouillage pour ne pas se faire entrainer par un courant de fond,
- Modifier son parcours en se maintenant à l'abri du relief pendant la plongée pour ne pas avoir à lutter dans le courant.

Ces attitudes doivent être pensées et définies **avant la mise à l'eau**. C'est votre rôle de plongeur autonome que de dialoguer avec votre partenaire de cela sur le bateau.

6. CONDUITE A TENIR

La conduite à tenir débute généralement sous l'eau et est apprise lors de la **formation pratique**.

La **formation RIFAP** permet d'apprendre les techniques à mettre en œuvre en surface et sur le bateau.

En tant que Niveau 2, vous pourrez aider votre équipier dans l'attente de l'intervention du GP. La conduite à tenir consistera essentiellement à la **mise au repos** sur le bateau du plongeur essoufflé. Une éventuelle évacuation est rare dans ce cas et sera mise en œuvre par le directeur de Plongée.

FALCUTATIF

Ce chapitre ne fait pas partie de la formation niveau 2

L'INTOXICATION AU MONOXYDE DE CARBONE

1. CAUSE

Cette intoxication est due à une respiration de PpCO élevée. L'augmentation de la profondeur ne peut pas être la seule cause. Cela provient donc d'un mauvais remplissage de la bouteille.

Ce gaz est inodore et sans saveur. Il est donc difficilement détectable.

2. MECANISME

Le CO remplace l'oxygène dans le sang. L'organisme manque alors d'oxygène.

3. SYMPTOMES

Céphalées, syncope.

4. FACTEURS FAVORISANTS

Il s'agit pour chacun d'avoir une attitude responsable même si l'on n'est pas chargé du gonflage.

Vous pouvez signaler tout évènement lors du chargement de bouteilles ou être interpellé par une situation suspecte.

- Un barbecue est allumé à proximité d'un compresseur,
- Des gaz d'échappement de compresseur ou de véhicule sont susceptibles d'être absorbés dans les bouteilles en cours de chargement,
- Un compresseur est situé dans un local confiné, mal ventilé, etc..

5. CONDUITE A TENIR

Face à cette hypoxie, l'essentiel de la conduite à tenir sera de placer la victime sous oxygène pur dès que possible à son arrivée sur le bateau.

L'alerte devra être donnée et l'évacuation assurée.

LA NOYADE – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

Dans le cadre de leurs prérogatives, les plongeurs de niveau 2 peuvent évoluer en autonomie. Leurs connaissances en matière d'accident doivent être approfondies pour pouvoir évoluer en toute sécurité en l'absence de GP et potentiellement de DP à la sortie de l'eau.

A l'issue du cours vous devrez

- Connaître la cause,
- Être sensibilisé aux comportements à risques susceptibles d'engendrer une noyade,
- Savoir reconnaître un noyé,
- Être informé de la conduite à tenir face à une personne subissant une noyade,
- Être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2- CAUSE

La noyade est une asphyxie consécutive à une immersion, avec ou sans inhalation d'eau dans les voies aériennes. Elle peut être provoquée par :

- Un traumatisme (entraînant une perte de connaissance) ;
- La survenue d'un malaise dans l'eau ;
- Un épuisement ou une hypothermie
- Un spasme de la gorge qui arrête la respiration lors du contact du liquide avec les voies aériennes.

3- SYMPTOMES

En fonction de la durée de l'immersion, de l'âge et des antécédents, la victime peut présenter un état de gravité différent.

On peut se retrouver devant :

- Une victime consciente qui est fatiguée, qui a froid, qui est souvent angoissée, sans signe de détresse respiratoire.
- Une victime consciente qui présente des signes de détresse respiratoire.
- Une victime inconsciente qui présente des signes de détresse respiratoire
- Une victime en arrêt respiratoire et/ou cardiaque.

4- PREVENTION

Il existe plusieurs moments et situations en plongée qui peuvent être à l'origine inhalation d'eau et potentiellement d'une noyade.

Tous les moments où l'on peut retirer son détendeur (exercices en apnée, LRE, échange d'embout) ou son tuba (nage en PMT, pratique de la plongée libre)

- Le froid peut empêcher le maintien du détendeur,
- L'essoufflement est propice au lâcher du détendeur également créant le risque de noyade,
- **La mise à l'eau** depuis le bateau sans détendeur dans la bouche (stab vide par exemple, ou lestage trop important) **est une situation à risque.**

Il convient de prêter attention lors de toutes ces situations et de faire attention à ne pas les activer.

5- CONDUITE A TENIR

Même si l'on peut penser qu'un DP prendra en charge l'accidenté vous devez être informé de la CAT.

- Il faut tout d'abord dégager rapidement la victime du milieu aquatique en toute sécurité. Après l'avoir examinée, l'installer en position d'attente et mettre en œuvre les gestes de secours qui s'imposent. Si l'on perçoit des signes de détresse respiratoire il faut administrer de l'oxygène pur à 15 l/mn.
- Demander un avis médical
- Préparer l'évacuation s'il y a eu mise sous O2

LE FROID – NIVEAU 2

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de vos prérogatives de niveau 2, vous pourrez évoluer en autonomie. Vos connaissances en matière d'accident doivent être approfondies pour pouvoir évoluer en toute sécurité en l'absence de GP et potentiellement de DP à la sortie de l'eau.

Concernant les réactions au froid en plongée, vous devez :

- connaître la cause,
- connaître les répercussions liées au froid
- connaître les principes qui participent à la prévention du froid en plongée
- savoir déceler les signes liés au froid
- savoir adapter son comportement en plongée face au froid
- être capable de répondre à des questions écrites ou orales en vue de l'examen.

2. CAUSE

Le froid est lié au fait qu'en plongée notre corps est en contact avec un milieu ambiant toujours plus froid que lui. La température corporelle est d'environ 34°C. Il va donc se refroidir.

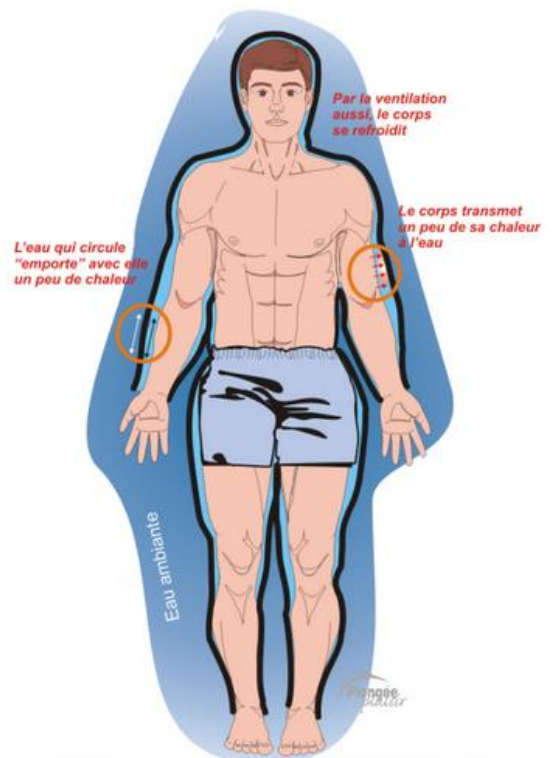
3. MECANISMES DE LUTTE CONTRE LE FROID et SYMPTOMES

L'organisme met en œuvre des mécanismes pour tenter de **réchauffer le corps**.

Le **travail musculaire**, producteur de calories, qui se met en place joue ce rôle (frissons, claquement de dents, tremblements).

Ce phénomène entraîne une **accélération du rythme ventilatoire**. L'envie d'uriner est un moyen de lutte contre le froid également.

Une hypothermie importante peut évoluer de manière plus grave avec engourdissement, arythmie cardiaque, baisse de la tension artérielle. Syncope et mort.



AUTRES CONSEQUENCES

Le froid est de fait un facteur favorisant pour l'apparition d'autres accidents

- Essoufflement puisqu'il y a accélération du rythme ventilatoire
- ADD : lié également à l'accélération du rythme ventilatoire et donc d'une charge en azote plus importante.
- Noyade : le claquement de dents et l'engourdissement peuvent être la cause d'un mauvais maintien du détendeur en bouche.

4. PREVENTION

Dans certains cas, le plongeur Niveau 2 découvrira avec la profondeur la thermocline avec par conséquent une température de l'eau bien plus basse.

Tout le monde est sujet au froid et il existe des zones sensibles dans le corps qu'il est important de protéger.

Le port d'une **combinaison bien ajustée** est garant d'une limitation de la circulation d'eau à l'intérieur et donc de la limitation du refroidissement du corps. Le **port de la cagoule** est recommandé car c'est par le crane que le refroidissement est le plus important.

Dans le cadre d'une plongée en autonomie, un regard bienveillant sur l'équipement de son binôme est intéressant et peut être source d'une adaptation en cours de plongée si ce dernier est moins bien protégé que vous. Il faudra sans doute y porter attention en l'interrogeant lors de la plongée sur son ressenti de froid.

Il est important dans ce cadre également, de définir ensemble une **communication** visant à interrompre la plongée si l'un des membres de la palanquée ne veut plus supporter cette sensation de froid.

5. CONDUITE A TENIR

Dès que la situation est identifiée, la plongée doit prendre fin.

Une fois sorti de l'eau, le plongeur doit être **réchauffé** (sans être frictionné). Une couverture isothermique est présente sur le bateau et peut être utilisée.

Il est recommandé de garder la combinaison si le bateau doit naviguer et qu'il n'est pas possible de se protéger du vent.

Il ne faut pas donner d'alcool car cela peut aggraver la situation à court terme.



Formation théorique Niveau 2



LE MATERIEL

LE MATERIEL – NIVEAU 2

1- INTRODUCTION

La formation niveau 2 est l'occasion d'approfondir certaines notions sur l'équipement de plongée car souvent cela correspond à la période des premiers achats. A l'issue du cours vous devrez

- Connaître le fonctionnement du premier étage d'un détendeur.
- Être informé sur le principe de détente, d'asservissement, de compensation, et de débit continu.
- Connaître les règles d'entretien et précautions d'utilisation de l'ensemble de son matériel (rinçage, stockage, ...).

2- L'ENTRETIEN DE VOTRE MATERIEL

Si vous êtes possesseur de matériel, vous devrez être vigilant à maintenir ce dernier en parfait état de fonctionnement, puisqu'il est l'un des garants de votre sécurité.

2 équipements nécessitent un suivi particulier.

A. La bouteille de plongée :

Votre bouteille personnelle devra suivre une inspection visuelle annuelle. Elle devra subir une requalification tous les 2 ans auprès d'un organisme agréé (DRIRE).

Cas particulier : si vous laissez votre bouteille à disposition de votre club de plongée qui la met sur son registre, la période de requalification passe à 6 ans.

B. Le détendeur :

Chaque constructeur recommande une révision de ses détendeurs. La périodicité est définie en année ou en nombre de plongées. Même si elle n'est pas obligatoire, ne pas effectuer cette révision, augmentera le risque de responsabilité engagée en cas de dysfonctionnement. Cette révision doit obligatoirement être réalisée par un technicien agréé par le constructeur.

Le détendeur, possède des pièces d'usure qui peuvent dysfonctionner avant la date de la révision. Les symptômes peuvent être les suivants :

- un détendeur qui fuse par le deuxième étage,
- des bulles qui sortent du 1^{er} étage,
- j'avale de l'eau en respirant

3- LE STOCKAGE DU MATERIEL

La manière de stocker votre matériel contribue également à son maintien en état de fonctionnement. Le milieu dans lequel votre matériel en plongée contient du sel et/ou des impuretés qu'il est important d'évacuer.

Un **rinçage à l'eau douce courante** (et non stagnante) est à privilégier.

Le temps du séchage, il faut privilégier en eau aéré et à **l'abri du soleil**.

4- ROLE DU DETENDEUR

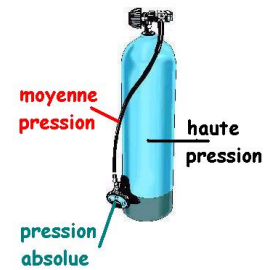
Le rôle du détendeur est :

- Fournir de l'air à la demande et à volonté
- Détendre à la pression ambiante l'air contenu dans la bouteille.

Cette détente se fait en deux temps à travers 2 étages.

1er étage : HP → MP

2ème étage : MP → PA



5- ASSERVISSEMENT

Le détendeur peut être asservi par plus accessoires connectés au premier étage.

Certains de ces accessoires fonctionnent en HP et d'autres en MP.

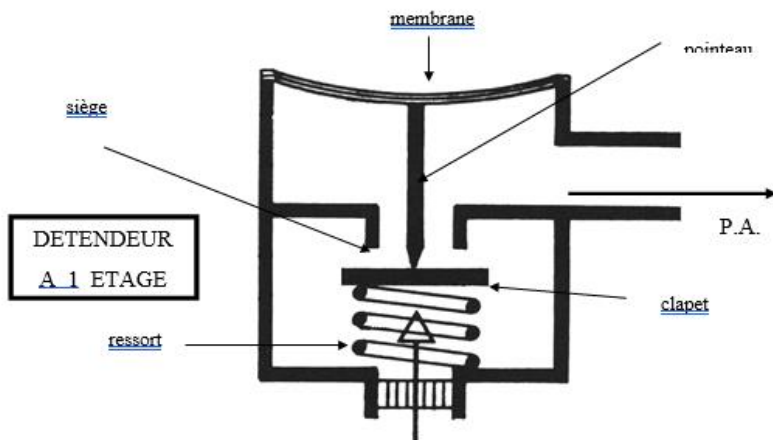
Il faut donc repérer sur le premier étage, les "sorties" adéquates

- HP → manomètre, sonde pour ordinateur à gestion d'air
- MP → direct system, flexible pour vêtement étanche, octopus.

Les 1er étages à multiples sorties sont autant de possibilité pour le plongeur d'obtenir la meilleure **ergonomie** possible.

6- PRINCIPE DE LA DETENTE

Fonctionnement d'un détendeur à un étage

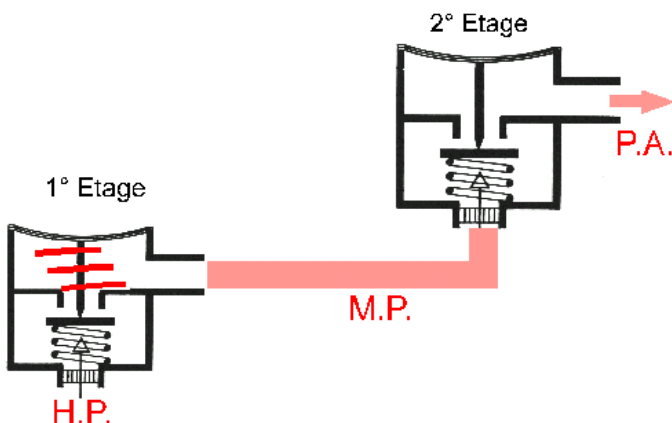


- **La bouteille est fermée** : le ressort maintient le clapet fermé.
- **Ouverture de la HP** : l'air entre dans la chambre et pousse le clapet contre le siège.
- **Dépression dans la 2° chambre** (inspiration, appui sur la membrane)
 - Enfoncement de la membrane
 - Abaissement du pointeau qui repousse le clapet
 - L'air passe dans la 2° chambre où il est détendu à la P.Abs transmise par la membrane
 - Il sort vers l'embout
- **Arrêt de la dépression** : la membrane se redresse, le pointeau remonte, le clapet se referme.

C'est un détendeur à 1 étage HP \Rightarrow BP

Fonctionnement d'un détendeur à 2 étages

Il suffit de rajouter un ressort au-dessus de la membrane pour obtenir ainsi une M.P.





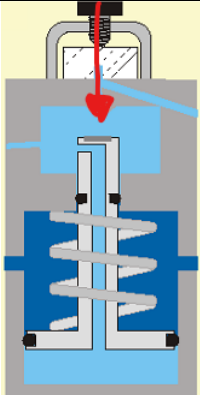
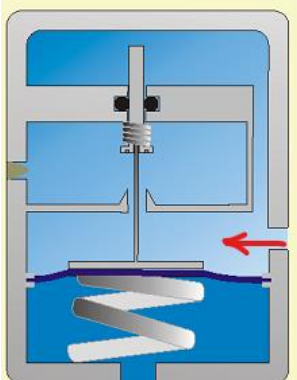
La valeur de la moyenne pression est spécifique à chaque détendeur mais elle se situe généralement entre 8 et 10 bars.

7- LA COMPENSATION

Dans le choix de détendeur que vous utiliserez ou vous achèterez, on note la famille des détendeurs compensés et non-compensés.

La compensation est une solution technique apportée aux détendeurs permettant **d'améliorer le confort respiratoire** sur détendeur en limitant les efforts à fournir en inspirant.

La direction de l'arrivée d'air a été déplacée afin de modifier les forces mises en œuvre dans la mécanique du détendeur. Ici, dans le cas du détendeur compensé, ces forces ont été diminuées.

| 1 ^{er} étage de détendeur non compensé | 1 ^{er} étage de détendeur compensé |
|---|--|
|  |  |
|  |  |
| <p>L'arrivée d'air de la HP (représentée par la flèche rouge) s'effectue dans le sens de translation des pièces en mouvement situées à l'intérieur.</p> | <p>L'arrivée d'air de la HP (représentée par la flèche rouge) s'effectue perpendiculairement au sens de translation des pièces en mouvement situées à l'intérieur.</p> |

8- LE GIVRAGE DU DETENDEUR

L'air détendu est refroidi. Le détendeur, immergé dans un milieu humide, contient des pièces en mouvement au contact de cet air refroidi.

Plonger dans une eau froide, renforce le risque de créer du givre à l'intérieur du premier étage. Les pièces en mouvement peuvent alors givrer, être bloquées dans leur translation.

La conséquence pourrait être d'avoir un détendeur qui ne délivre **plus d'air** ou plus généralement un détendeur avec un second étage en **débit continu**.

Certains modèles de détendeur possèdent des **améliorations techniques** destinées à réduire le risque de givre.

Pour plonger en eau froide, il est par ailleurs conseillé d'utiliser un **détendeur à membrane**, moins propice au givrage.