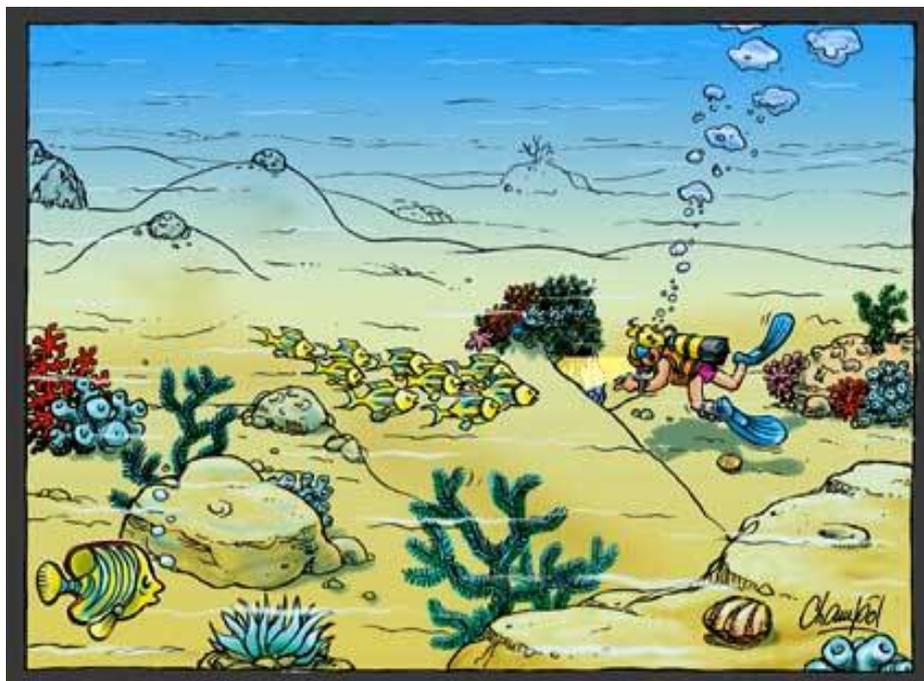
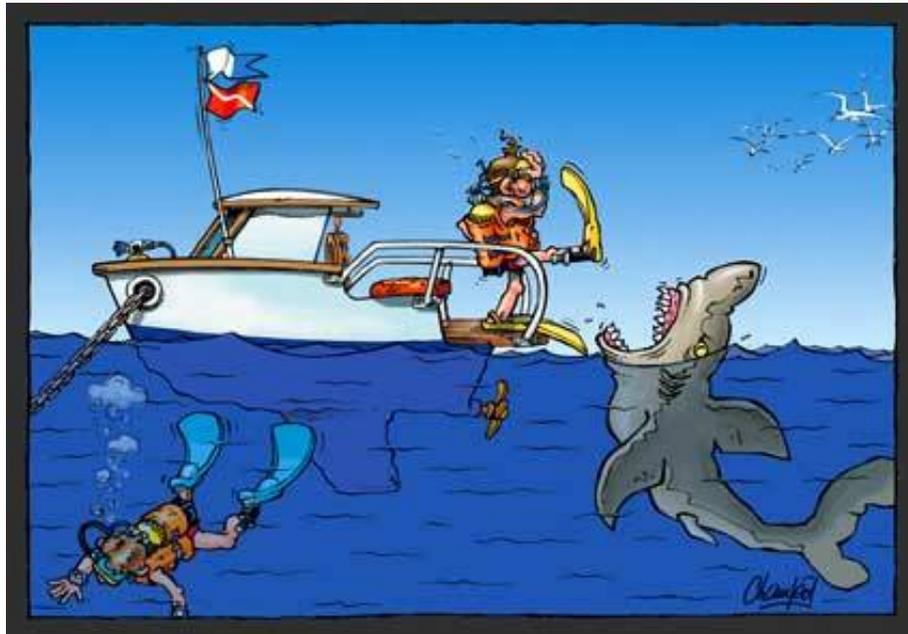




Théorie niveau 2



Sommaire

Objectif général.....	3
Physique du milieu aquatique.....	4
Notion de pression et de volume.....	4
Notion de flottabilité.....	7
Pression partielle des gaz.....	8
Dissolution des gaz.....	9
Vision et audition.....	10
Anatomie - Physiologie.....	12
Oreille.....	12
Appareil respiratoire.....	12
Appareil circulatoire.....	14
Système nerveux.....	17
Les accidents de plongée.....	20
Généralités.....	20
Les accidents biophysiques.....	20
Les accidents bio-mécanique : les barotraumatismes.....	22
Les accidents biochimiques.....	27
Les autres accidents.....	30
Tables fédérales.....	34
Généralités.....	34
Tables de plongée MN90.....	35
Réglementation.....	42
Espaces d'évolution.....	42
Prérogatives du niveau 2.....	42
La FFESSM.....	42
Matériel.....	45
Le masque.....	45
Les palmes.....	45
La combinaison.....	46
Le détendeur.....	46
Le gilet stabilisateur.....	53
La bouteille.....	54
Le profondimètre, l'ordinateur de plongée.....	56
Le parachute.....	57
La lampe ou le phare.....	58

Objectif général

Le plongeur **niveau II** doit **posséder les compétences** qui lui permettent, lorsque l'ensemble de la palanquée est constitué de plongeurs majeurs Niveau II minimum, **d'évoluer de manière autonome dans l'espace médian** et de **pouvoir y intervenir**. Les plongées sont réalisées sous le contrôle d'un Directeur de Plongée qui en choisit le site et en fixe les paramètres.

Le niveau II possède aussi les compétences qui lui permettent d'évoluer dans l'espace lointain encadré par un plongeur de niveau IV au minimum.

Enfin le niveau II est le niveau technique minimum requis pour l'accès à l'initiateur de club; certaines compétences sont liées à cette possibilité.

Physique du milieu aquatique

Notion de pression et de volume

Au cours de l'immersion, le plongeur va subir des **variations de pression** directement proportionnelle à la **profondeur**.

Ces variations peuvent être à l'origine des accidents de plongée.

Pression

La pression est définie par la force par unité de surface.

$$P = \frac{F}{S}$$

Si la surface augmente, la pression diminue et inversement.

L'unité utilisée est le **bar**.

Mise en évidence

Une bouteille posée sur le sable, laisse une empreinte plus profonde lorsqu'elle est debout. En effet la surface de contact est beaucoup moins grande, la pression est par conséquent plus forte.



Définition

- **Pression atmosphérique**

La pression atmosphérique correspond au poids de l'air qui nous entoure. La P_{atm} diminue si l'altitude augmente.

Par convention **$P_{atm} = 1 \text{ bar}$** au niveau de la mer.

- **Pression hydrostatique**

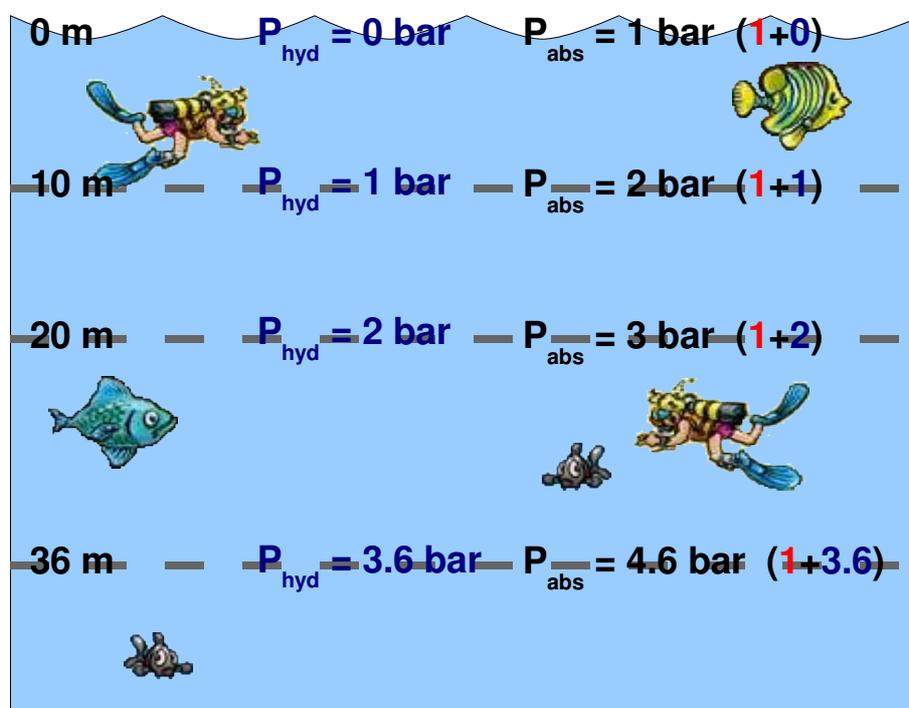
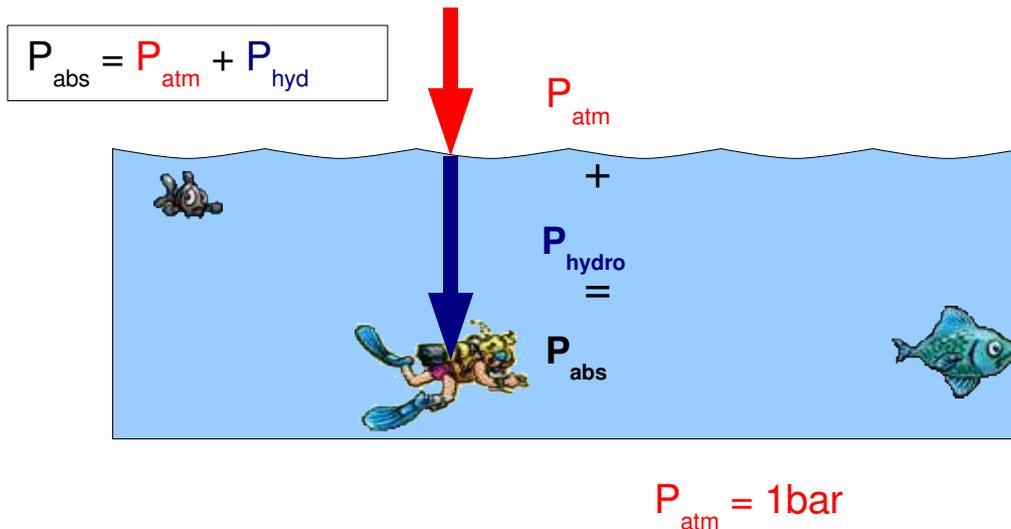
Un corps plongé dans un liquide va subir une pression due à l'eau située au-dessus de lui. Cette pression est appelée pression hydrostatique.

=> Colonne de 10m d'eau => $P_{hydro} = 1 \text{ bar}$.

La pression hydrostatique augmente de **1 bar tous les 10 mètres**.

- **Pression absolue**

On définit la pression absolue comme étant la pression totale subie par le plongeur. Il s'agit de la somme de la pression atmosphérique et de la pression hydrostatique.



La **pression** subie par le plongeur **augmente** avec la **profondeur**.

Lors d'une plongée, le plongeur va subir des variations de pression (à la descente et à la remontée). Cette **variation de pression** est la **plus importante** dans la zone entre 0 et 10m.

Volume (compressibilité des gaz)

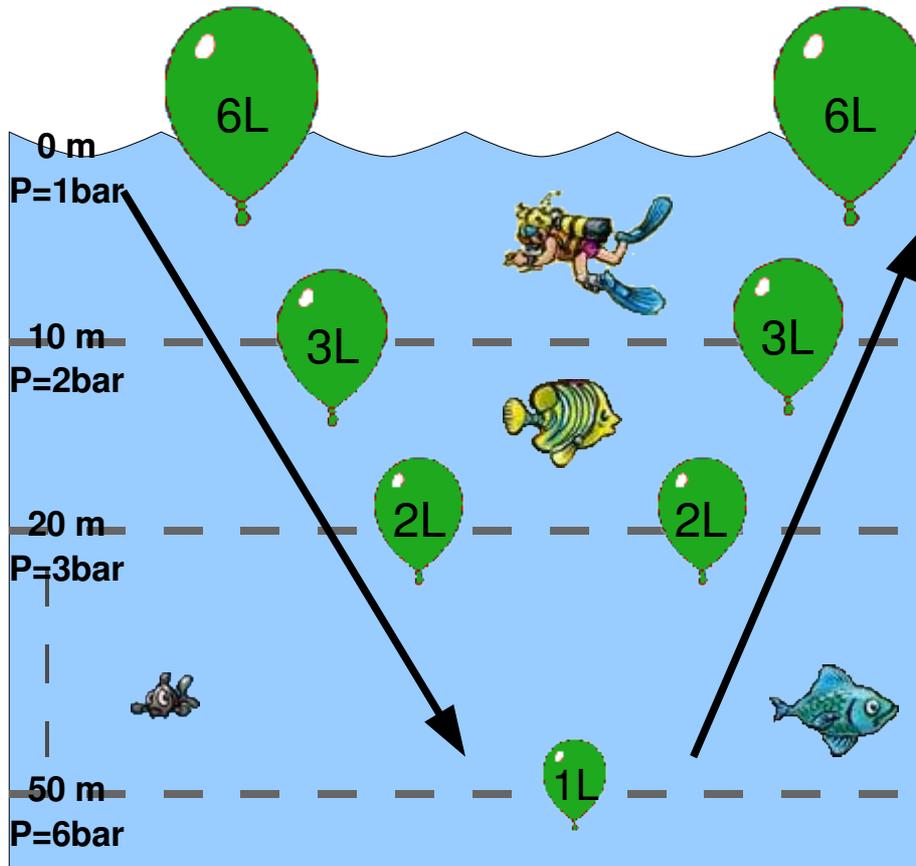
Contrairement aux liquides, les gaz sont compressibles.

A température constante $P \cdot V = \text{cte}$ (loi de Mariotte).

Par conséquent la variation de **pression** est **inversement proportionnel** à la variation de **volume**.

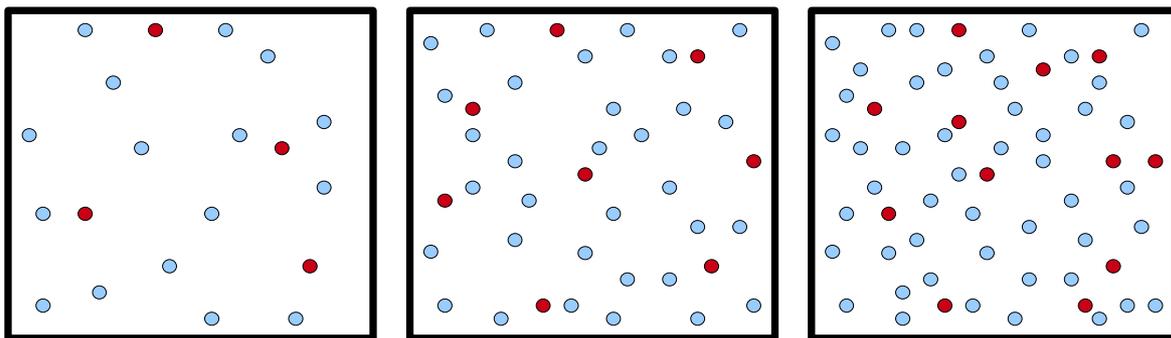
$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Ainsi un ballon gonflé et fermé en surface, que l'on emporterait en profondeur, verrait son volume diminuer au fur et à mesure de la descente. A la remontée, la pression diminuant, il retrouverait progressivement sa taille initiale.



Volume fermé

Dans un volume fermé (bouteille de plongée), l'augmentation de volume se traduit par l'augmentation de densité du gaz.



Air à 1 bar

Air à 2 bar

Air à 3 bar

● Azote

● Oxygène

Mise en évidence :

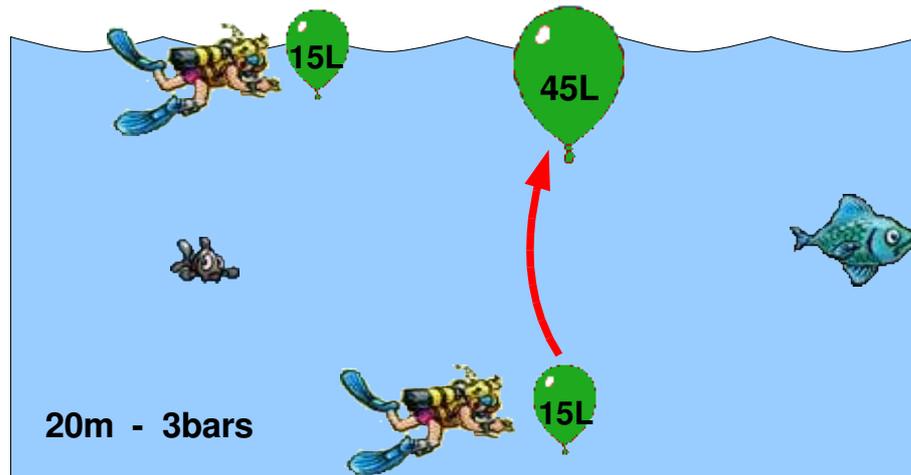
- Gonflage des bouteilles.
- Barotraumatisme (surpression pulmonaire).
- Lorsqu'on descend, la compensation se fait beaucoup plus fréquemment dans la zone des 10 mètres.

- Flottabilité de la combinaison (bulle d'air du néoprène).
- Les accidents barotraumatiques.

Autonomie en air

Le plongeur respire de l'air à la pression ambiante. La **pression augmentant** avec la **profondeur**, la **consommation d'air** est aussi **augmenté**.

Ainsi pour une respiration en surface de 15 L/min, la respiration à 20 mètres sera toujours de 15 L/min mais l'air respiré aura une pression de 3 bars. Par conséquent en équivalence surface, la respiration sera de 45 L/min.



L'autonomie diminue rapidement avec la profondeur.

Exemple

Un plongeur respire à 20L/min. Il dispose d'une bouteille de 12L gonflée à 200bars. Combien de temps pourra-t-il rester à 20m? En surface?

Le **bloc** plongeur contient $200 \times 12L = 2400L$

A 20 mètres

Sa consommation est de 20L/min à 20m (3bars) soit $3 \times 20 = 60L/min$ en équivalent surface.

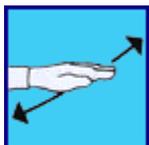
Il pourra donc rester $2400/60 = 40$ minutes

En surface

Sa consommation est de 20L/min

Il pourra donc rester $2400/20 = 120$ minutes

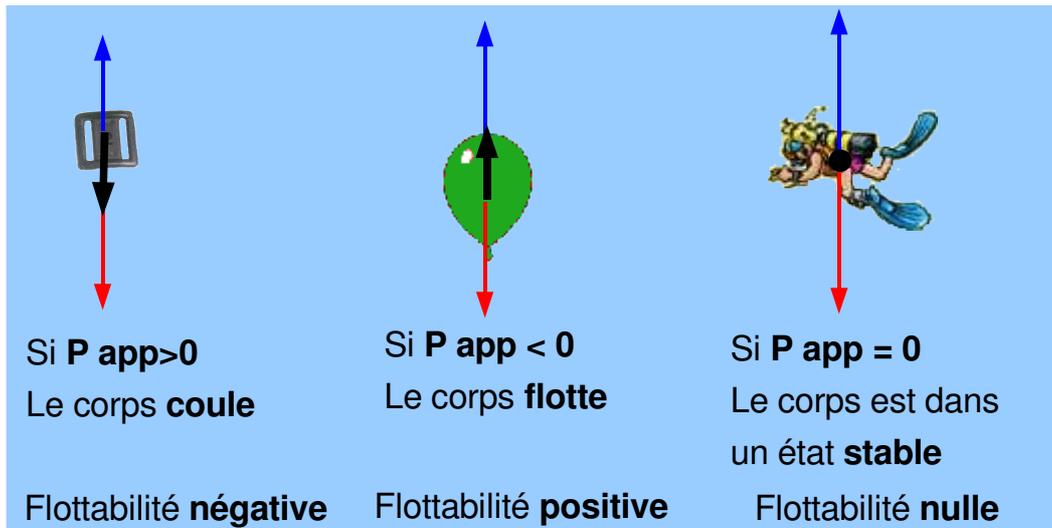
Notion de flottabilité



Tout corps plongé dans un liquide reçoit de la part de celui-ci, une poussée verticale de bas en haut, égale au poids du volume d'eau déplacé. => **Poussée d'Archimède**.

La poussée d'Archimède est indépendante du poids réel du corps immergé.

$$P_{\text{apparent}} = P_{\text{réel}} - P_{\text{archi}}$$



En plongée, la **bouteille**, le **détendeur** et la **ceinture de lest** ont un poids apparent positif et donc font **couler** le plongeur.

La **combinaison**, le **gilet stabilisateur** et les **poumons** ont un poids apparent négatif et font **flotter** le plongeur.

La flottabilité nulle est l'état recherché par un plongeur en exploration. Pour changer de profondeur le plongeur fera varier son poids apparent (flottabilité).

A noter que la densité de l'eau joue aussi un rôle. La poussée d'Archimède est plus importante dans de l'eau de mer que dans de l'eau douce.

Mise en évidence

- Le poids d'une bouteille en acier de 12L est de 15kg dans l'air mais de 3kg dans l'eau.
- Combinaison : lors de la descente, la combinaison se comprime (volume qui diminue) la flottabilité diminue.
- Gilet et lestage.
- Poumon-ballast.

Exemple

Un plongeur pèse 85kg tout équipé pour un volume de 81L. Doit-il être lesté? Si oui, combien de kg de lest?

Son **poids réel** est de **85kg**.

La **poussée d'Archimède** est de $81L \times 1kg/L = 81kg$

Son **poids apparent** est de $81 - 85 = -4kg$

Il faut donc ajouter 4kg de lest.

Pression partielle des gaz

Composition de l'air

L'air que nous respirons est composé à 78% d'azote, 21% d'oxygène et 1% de gaz rares (Argon, Néon et Hélium). L'air est par conséquent un mélange de gaz.

Notion de pression partielle

Définition

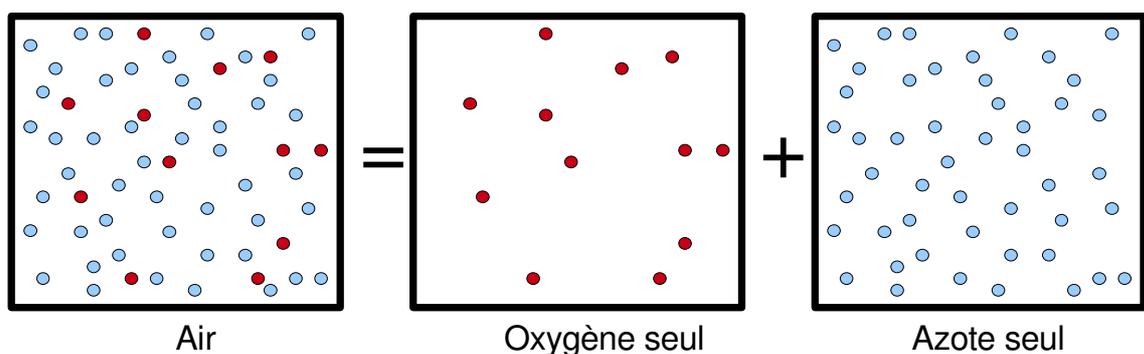
La pression partielle P_p d'un gaz (oxygène par exemple) dans un mélange de gaz (air par exemple) de pression totale P_t est définie comme la pression qui serait exercée par le gaz si ce gaz occupait seul tout le volume offert au mélange.

La pression partielle du gaz est égale à la pression totale du mélange multiplié par sa concentration (loi de Dalton).

$$P_{p_{\text{gaz}}} = \%_{\text{gaz}} \times P_{t_{\text{mélange}}}$$

La pression totale du mélange de gaz est la somme des pressions partielles de chacun de ses constituants. Ainsi pour un mélange composé de n gaz, on obtient :

$$P_{p_{\text{gaz } 1}} + P_{p_{\text{gaz } 2}} + \dots + P_{p_{\text{gaz } n}} = P_{t_{\text{mélange}}}$$



Exemple

Ainsi à 20 m (pression totale de 3 bar) les pressions partielles des constituants de l'air (on prendra 20% d'oxygène et 80% d'azote) sont :

Oxygène : $P_{p_{\text{oxygène}}} = 20\% \times 3 = 0.6 \text{ bar}$

Azote : $P_{p_{\text{azote}}} = 80\% \times 3 = 2.4 \text{ bar}$

On a bien $P_t = P_{p_{\text{oxygène}}} + P_{p_{\text{azote}}} = 0.6 + 2.4 = 3 \text{ bar}$

Dissolution des gaz

Définition

On remarque que lorsqu'un **gaz** est mis en **contact** avec un **liquide**, une partie de ce gaz **se dissout** dans le **liquide**.

La quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression partielle qu'exerce ce gaz sur le liquide. (Loi de Henry)

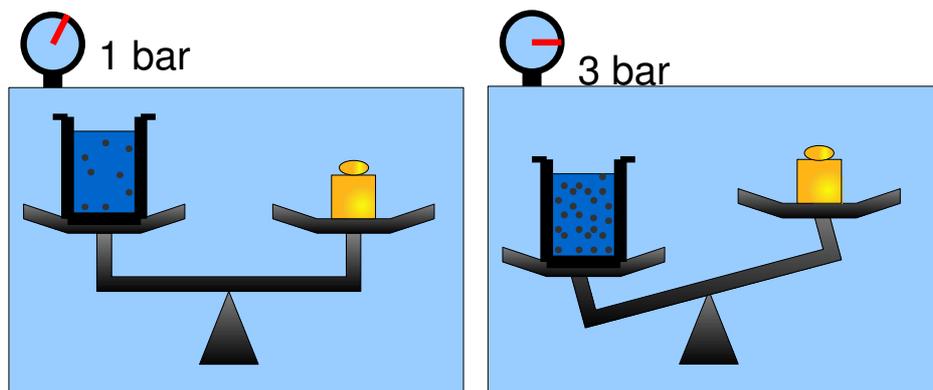
Ainsi par exemple si l'on se trouve en un point où la pression est le double de la pression atmosphérique (à 10 mètres de profondeur), chaque gaz de l'air pourra se dissoudre 2 fois mieux qu'en surface.

Mise en évidence

Prenons une balance placée dans une enceinte close dans laquelle la pression est de 1 bar. Plaçons en équilibre sur cette balance un récipient contenant de l'eau et un poids.

Augmentons la pression au sein de l'enceinte à 3 bars. On remarque qu'au bout d'un certain temps, la balance n'est plus en équilibre : le récipient contenant l'eau est plus lourd que le poids. Ce déséquilibre est dû au gaz qui s'est dissous dans l'eau suite à l'augmentation de la pression.

Si on redescend la pression de l'enceinte à 1 bar, la balance retrouve son équilibre. L'échange gazeux se fait dans les 2 sens.



Différents types de saturation

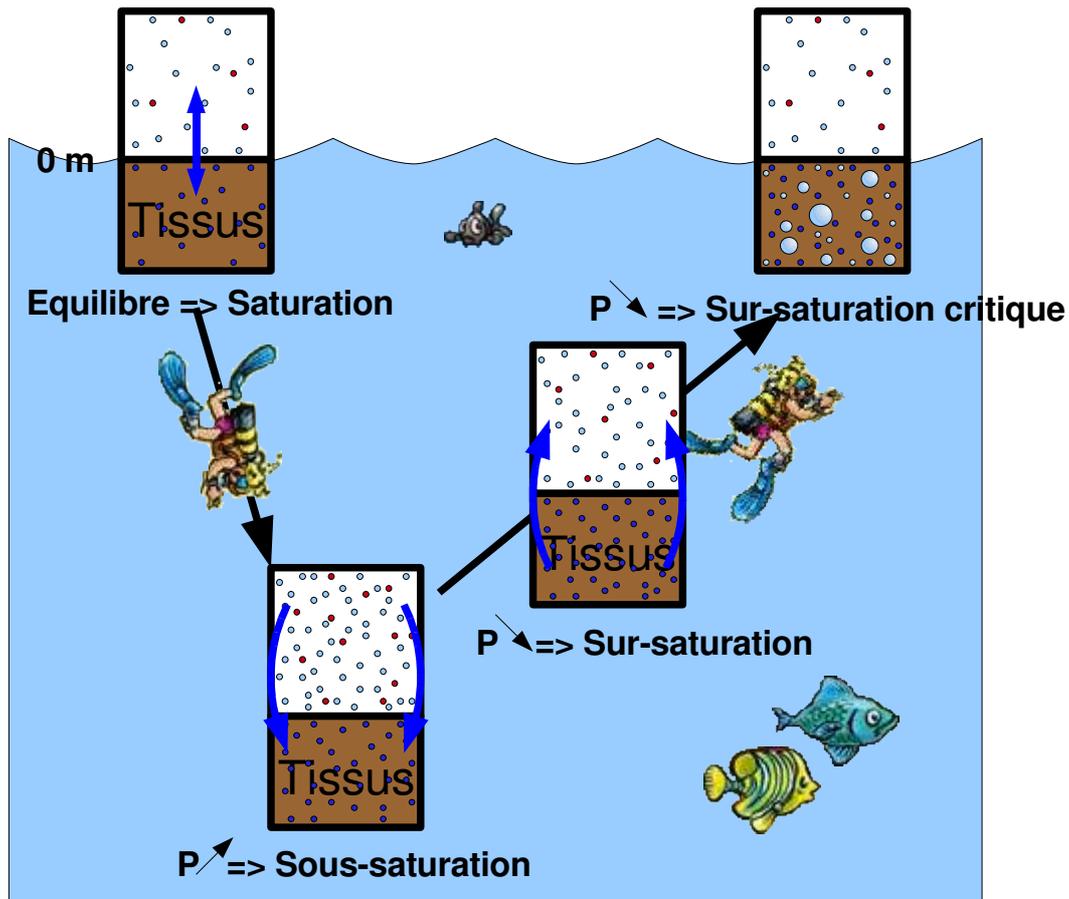
La quantité de gaz dissoute dans le liquide est appelé la **tension du gaz**.

Les échanges entre un gaz et la surface d'un liquide se font en permanence.

Si les **conditions** extérieures de pression et de température sont **stables**, la tension du gaz dans le liquide atteint un **équilibre**. On dit que le liquide est à **saturation**.

Si on **augmente** la **pression** du gaz (phase de descente), le liquide passe à un état de **sous-saturation**. Des molécules de gaz passeront dans le liquide jusqu'à atteindre à nouveau la saturation.

Si on **diminue** la **pression** du gaz (phase de remontée), le liquide passe à un état de **sur-saturation**. Des molécules de gaz vont alors s'échapper du liquide jusqu'à retrouver l'état de saturation. Si la pression baisse rapidement, on atteint un seuil de **sur-saturation critique**, il se forme alors des **bulles dans le liquide** (ouverture d'une bouteille de champagne).



Exemple

La dissolution des gaz explique le problème des plongeurs : en profondeur, l'azote de l'air (que le plongeur stocke puisque les cellules ne consomment que l'oxygène) a tendance à se dissoudre dans les tissus (sang, muscle, os ...) du plongeur. Si celui-ci remonte trop vite (baisse de pression), l'azote dissous va avoir tendance à se dilater et se transformer en bulles et provoquant l'accident de décompression.

Une analogie peut être faite avec la bouteille de champagne. Lors de l'ouverture de la bouteille, la pression diminue fortement. Le gaz dissout dans le liquide reprend sa forme gazeuse.

Vision et audition

Vision



La vision dans l'eau est floue, mais le masque permet de rétablir la netteté. Néanmoins, les objets paraissent plus gros et plus près.

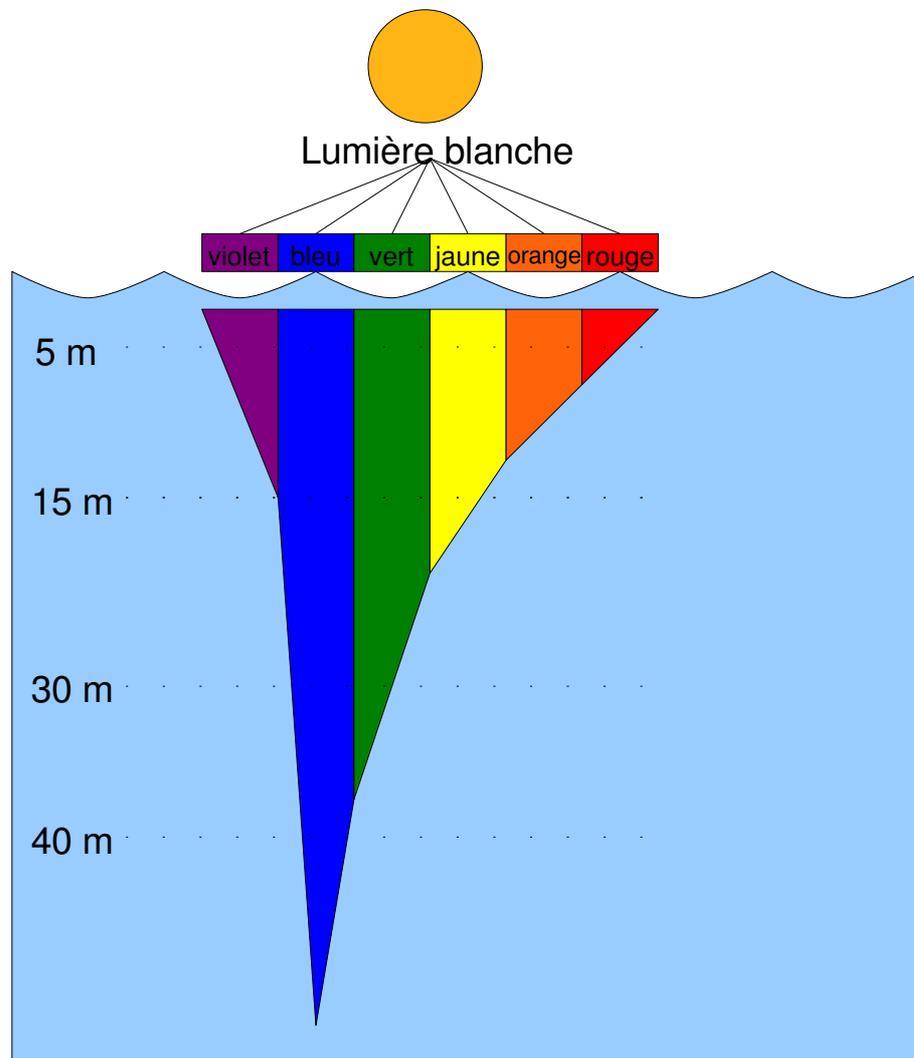
Les couleurs et la lumière sont altérées au fur et à mesure de la descente.

Dès 5 mètres, le rouge commence à disparaître.

A partir de 15 mètres, les couleurs bleue et verte sont dominantes.

La lumière diminue rapidement selon la présence (et la position) du soleil et la clarté de l'eau.

Une lampe peut s'avérer obligatoire pour rétablir la lumière et les couleurs.



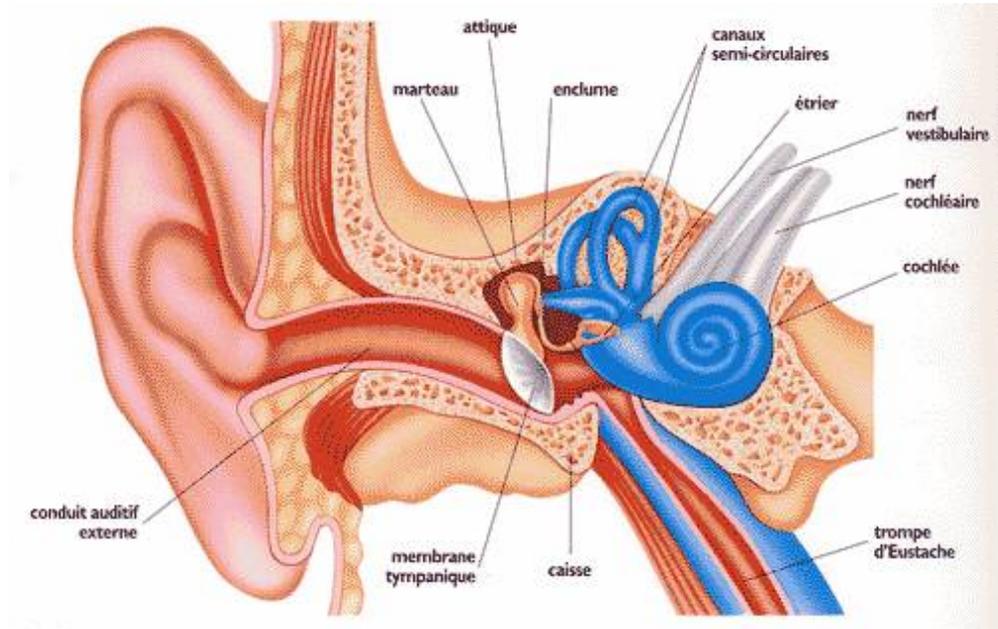
Audition

La propagation du son dans l'eau est meilleure que dans l'air. On entend donc très bien. Néanmoins il est impossible de déterminer la provenance du son.

- Nécessité du tour d'horizon lors de la remontée.

Anatomie - Physiologie

Oreille



L'oreille se décompose en 3 parties : l'oreille externe, moyenne et interne (siège de l'audition et de l'équilibre).

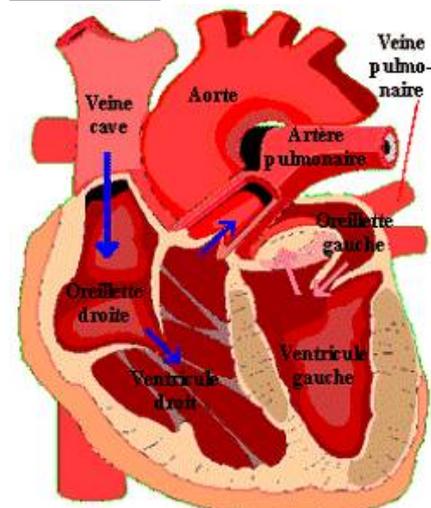
L'**oreille externe** est la partie en contact avec le milieu extérieur. Elle est isolée de l'extérieur par une membrane appelé tympan. Le pavillon et le conduit auditif externe ont pour but de capter et **concentrer les ondes sonores**.

L'**oreille moyenne** est composé d'osselets permettant l'**amplification du son**. Un conduit appelé trompe d'Eustache et relié au fond de la gorge permet l'équilibre des pressions entre l'oreille moyenne et externe. Ce conduit normalement fermé, s'ouvre à chaque déglutition.

L'**oreille interne** contient la cochlée (ou limaçon) organe de l'**ouïe** et les canaux semi-circulaires organe de l'**équilibre**.

Appareil circulatoire

Le coeur



Description

Le coeur est une double pompe car les deux côtés (droit et gauche) ne communiquent pas.

Le **coeur droit** reçoit le sang **pauvre en oxygène** provenant des organes et l'envoie **vers les poumons** pour qu'il s'y régénère.

Le **coeur gauche** reçoit le sang **riche en oxygène** provenant des poumons et l'envoie **vers les organes** pour qu'ils s'approvisionnent.

Les **oreillettes** se remplissent d'abord du sang arrivant par les veines, puis elles se contractent et l'envoient vers les ventricules. Puis les **ventricules** se contractent à leur tour, ce qui chasse le sang dans les artères.

Le sang ne revient jamais en arrière car de petites "portes", se ferment derrière lui et l'en empêchent. C'est la fermeture de ces "portes" qui est à l'origine des bruits du coeur.

A noter que le sang riche en oxygène est rouge vif alors que le sang riche en CO₂ est rouge sombre (sang "bleu")

Les **artères** transportent le sang oxygéné **vers les organes**.

Les **veines** ramènent le sang carbonaté **vers le coeur**.

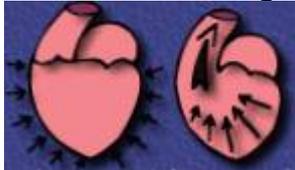
Fonctionnement

Le fonctionnement du coeur se déroule en trois étapes :

- La **systole auriculaire** : contraction des oreillettes et éjection du sang vers les ventricules



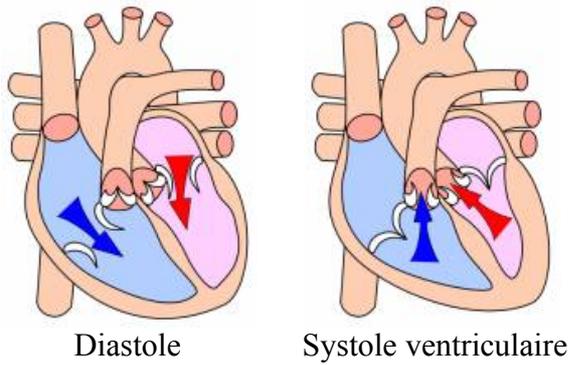
- La **systole ventriculaire** : contraction des ventricules et éjection du sang vers les différents organes



- La **diastole** : relâchement complet du coeur qui provoque un remplissage passif des oreillettes et de 70% des ventricules.



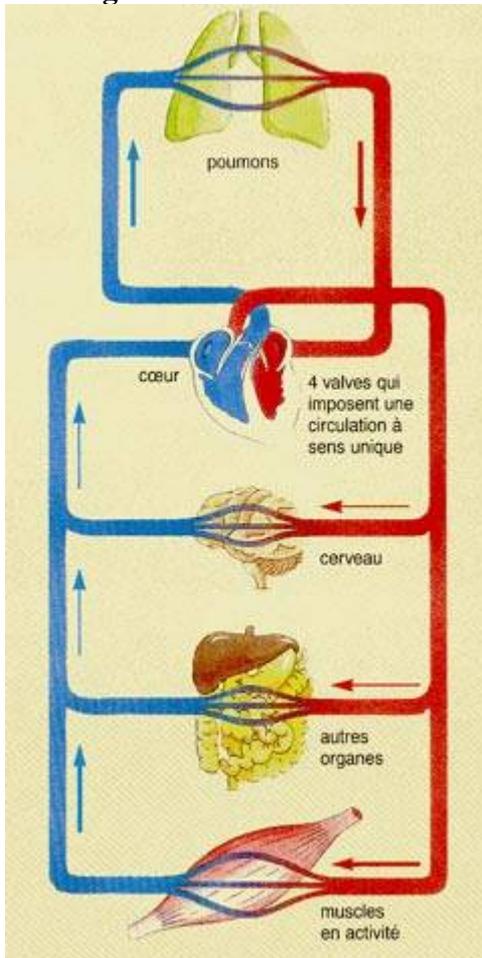
Le coeur passe 1/3 du temps en systole et 2/3 du temps en diastole



Petite et grande circulation

Le coeur étant composé de deux parties distinctes :

- **petite circulation** : ventricule droit => **poumons** => oreillette gauche
- **grande circulation** : ventricule gauche => **organes** => oreillette droite



Le sang

Le **sang** est un **transporteur**. Il permet d'acheminer les gaz (oxygène, dioxyde de carbone, azote) sous différentes formes ainsi que de nombreuses autres substances.

Le **sang** est composé notamment de **globules rouges** et d'**eau**.

Les **globules rouges** permettent de **transporter l'oxygène** et une partie du gaz carbonique.

L'azote et une partie du gaz carbonique est dissous dans le liquide

Une partie de l'oxygène est transportée sous forme dissoute.

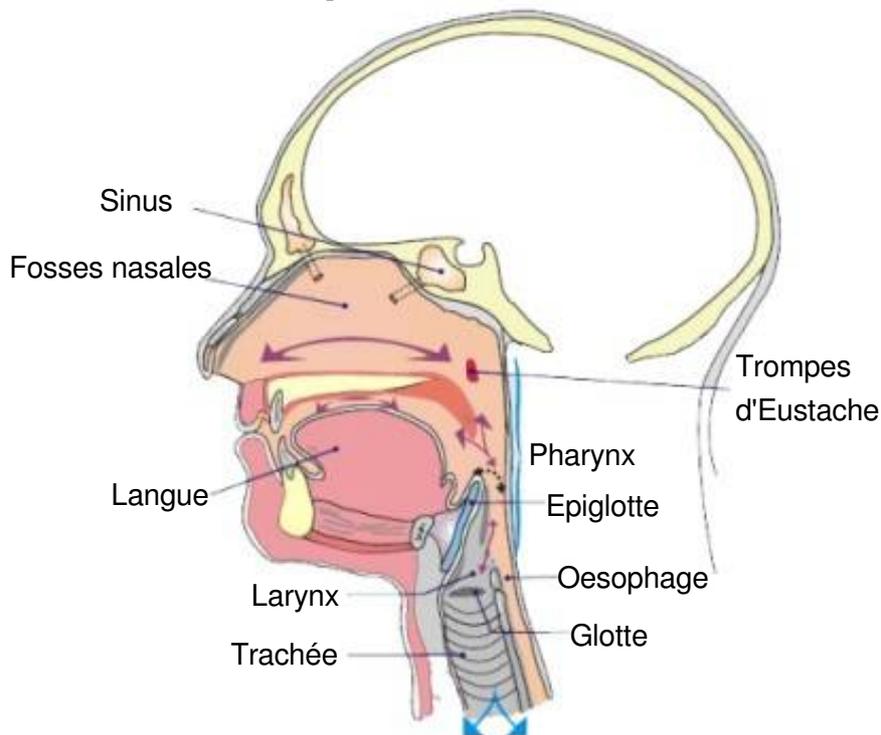
Appareil respiratoire

Au cours de l'**inspiration**, les différents **muscles** se **contractent** et provoquent un élargissement de la cage thoracique, créant ainsi un appel d'air : l'**air entre** dans les poumons. A l'inverse, à l'**expiration**, les muscles se **relâchent**, le volume de la cage thoracique diminue et crée une pression qui expulse l'air : l'**air sort** des poumons.

La moyenne des mouvements respiratoires chez un adulte est d'environ 15 par minute.

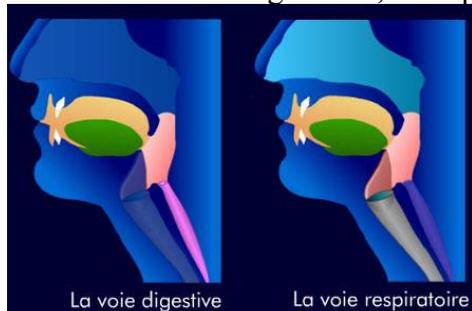
L'appareil respiratoire a pour rôle d'effectuer les échanges gazeux entre l'extérieur et l'intérieur de l'organisme qui **absorbe l' O₂** et **rejette le CO₂**.

Voies aériennes supérieures



L'**air inspiré** entrant par les narines ou la bouche est **filtré**, **humidifié** et **réchauffé** dans les **fosses nasales**. A noter que les sinus et les trompes d'Eustache sont reliés aux fosses nasales.

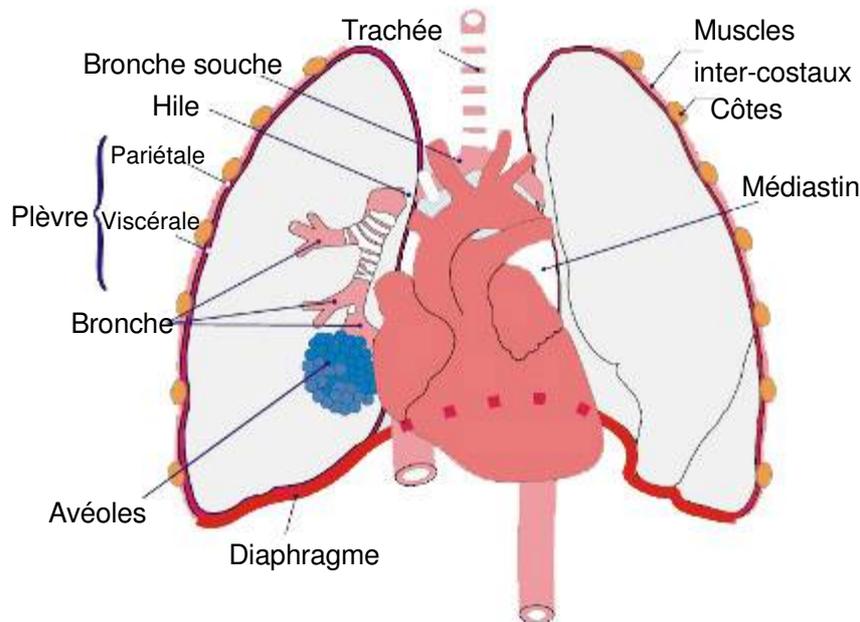
L'air arrive ensuite au niveau du **pharynx** qui est le **carrefour** entre les **voies aériennes** (fosses nasales au larynx) et les **voies digestives** (bouche à l'oesophage). Le pharynx intervient dans la déglutition, la respiration et la phonation.



L'air passe à travers le **larynx** et la **glotte** (l'organe de la production des **sons**) qui contient les cordes vocales et la **trachée** (un tube permettant de conserver un diamètre constant quelle que soit la position de la tête) avant de se diriger vers les voies aériennes inférieures.

Les **aliments** quant à eux, utilisent le chemin de l'**oesophage** (voie digestive). L'**épiglote** permet de réaliser le bon aiguillage en **obstruant la trachée** lors de la **déglutition**.

Voies aériennes inférieures

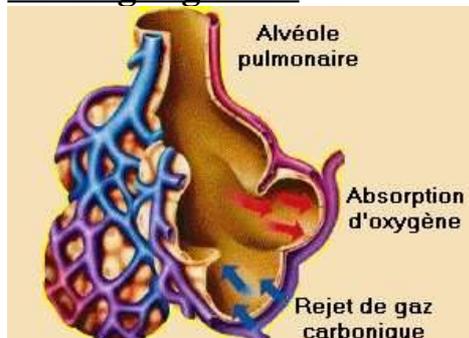


L'air provenant des voies aériennes supérieures est réparti vers les deux poumons puis vers les bronches et arrive jusqu'aux alvéoles pulmonaires. Ce sont **dans les alvéoles**, petits sacs terminant les voies respiratoires, que s'effectuent les **échanges gazeux**.

Les poumons sont **protégés** par les **côtes**. La plèvre constitué de deux feuillets permet de diminuer les frottements des poumons sur la paroi thoracique lors des mouvements respiratoires.

Le **diaphragme**, est le **muscle** entrant en jeu dans la **respiration**. La **contraction** du diaphragme entraîne une diminution de pression à l'intérieur des poumons et donc une **entrée d'air**. L'expiration résulte d'un relâchement du muscle du diaphragme.

Echanges gazeux



Les **échanges gazeux** se déroulent en deux phases : une **phase alvéolaire** et une **phase tissulaire**, le sang jouant le rôle de transporteur de l'une à l'autre.

Phase alvéolaire

Les alvéoles pulmonaires sont le lieu d'échange des gaz qui s'effectue de la plus forte concentration vers la plus faible.

L' O_2 , plus concentré dans l'air alvéolaire, va donc **passer dans le sang** où il est moins concentré.

Le CO_2 est plus concentré dans le sang veineux, il va donc **se diriger vers l'air de l'alvéole** et sera évacué lors de l'expiration.

En plongée, pendant la descente et durant le séjour au fond, l'azote passe des alvéoles dans les capillaires (et inversement lors de la remontée)

Phase tissulaire

Au fur et à mesure de son parcours dans notre corps, le sang libère les molécules d' O_2 . Pour produire de l'énergie (et donc vivre) les **cellules nécessitent de l'oxygène O_2 et rejettent du dioxyde de carbone CO_2** .

Pendant la phase de descente et lors du séjour au fond et lors du séjour au fond, l'azote passe du sang vers les cellules, alors que le phénomène s'inverse à la remontée.

La ventilation en plongée

Outre la pression ambiante ou la combinaison néoprène exerçant des forces variables sur l'extérieur de l'organisme, notamment sur la cage thoracique, le cycle ventilatoire d'un individu au cours d'une plongée va subir diverses contraintes.

En **immersion**, la **densité de l'air** respiré **augmente** lorsque la **profondeur augmente**. Ainsi, deux phénomènes se combinent :

- la soupape d'expiration du détendeur accroissant la résistance à l'échappement de l'air.
- la densité de l'air accrue, offrant une résistance supplémentaire à l'expiration et l'inspiration.

Par conséquent, les **muscles ventilatoires** doivent fournir **plus d'effort** et l'expiration (phénomène jusqu'à présent passif) devient active. Ainsi, en plongée, il y a :

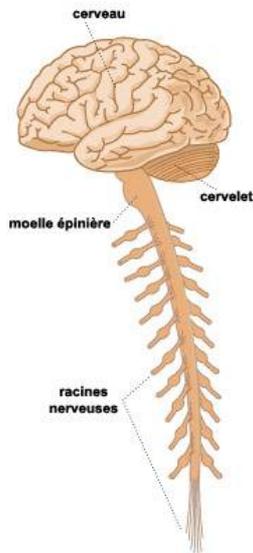
- **augmentation du volume courant**. Les mouvements respiratoires sont plus amples.
- tendance à la rétention du gaz carbonique (CO_2) favorisant les **risques d'essoufflement**

A noter que le risque est accru en cas d'effort physique en immersion.

Système nerveux

Le système nerveux contrôle notre organisme dont il régule l'activité à l'aide d'un centre de commande et d'un réseau de transmission.

Le système nerveux central (SNC)

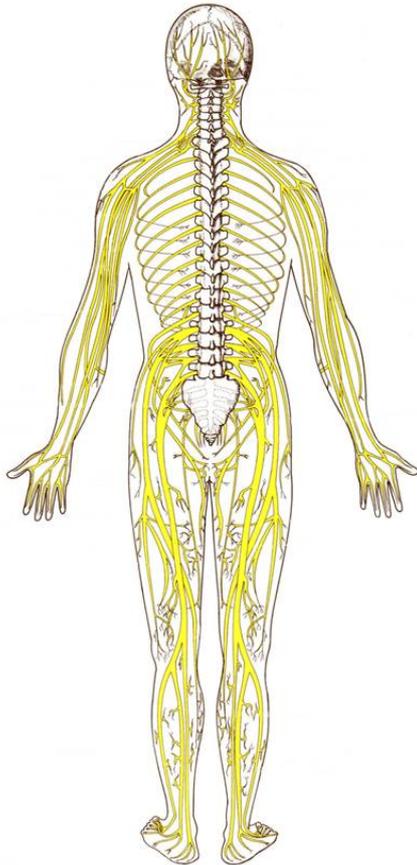


LE SYSTEME NERVEUX CENTRAL

Le **système nerveux central** est composé de l'encéphale (cerveau, cervelet, tronc cérébral) prolongé par la moelle épinière.

Il est relié au système nerveux périphérique et au système nerveux autonome.

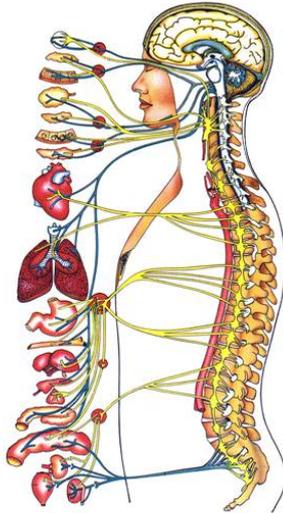
Le système nerveux périphérique (SNP)



Le **système nerveux périphérique** est composé des **nerfs crâniens** pour les régions de la tête et du cou et des **nerfs rachidiens** pour le reste du corps. Il permet de relier le système nerveux central aux différentes parties du corps pour envoyer ou recevoir des informations :

- Les **nerfs sensitifs** acheminent vers le SNC des informations en provenance d'organes disposant de capteurs sensitifs (peaux, muscles, ...). Exemple : sensation de froid, douleur...
- Les **nerfs moteurs** permettent les mouvements, volontaires ou involontaires, en transmettant des ordres aux muscles (marcher, nager, ..)

Le système nerveux autonomes (SNA)



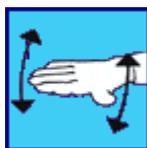
Le **système nerveux autonome** ou végétatif agit sur les glandes ou les organes dont le **fonctionnement est involontaire**, comme celui du coeur ou des fonctions digestives.

On distingue deux réseaux nerveux : les **système sympathique** et le **système parasympathique** dont les actions s'opposent et s'équilibrent.

Le système nerveux et la plongée

Une atteinte du système nerveux est une contre-indication à la plongée. Elle peut-être entraînée par les séquelles d'une surpression pulmonaire ou d'un accident neurologique de décompression. Certains troubles du système nerveux sont dus à la narcose.

Les accidents de plongée



Généralités

Les **accidents** survenant en plongée sont mis en évidence par des **mécanismes** et se caractérisent par des **symptômes** dépendant de la gravité.

La **prévention** et la **sensation du plongeur** vont permettre d'éviter l'accident. Mais si ce dernier se produit, une **conduite à tenir** devra être appliquée.

A noter que certains facteurs peuvent être **aggravant** voire **déclenchant** de l'accident.

Les accidents biophysiques

L'accident de décompression

Mécanisme

L'air est composé de 21% d'oxygène, de 78% d'azote et de traces d'autres gaz. L'oxygène est vital pour la vie de nos cellules. L'azote n'est pas utile à l'organisme.

Lors d'une plongée, l'**azote** va se **dissoudre** dans l'organisme. La quantité dissoute dépend de la durée d'immersion et de la profondeur.

Lors de la remontée, la pression diminue, l'azote va reprendre sa forme gazeuse. Il se forme alors des micro-bulles qui seront éliminées par l'expiration à travers le filtre pulmonaire. Mais si cette élimination n'a pas eu le temps de se faire, il y a risque d'accident appelé **accident de décompression**.

Symptômes

- **Fatigue intense**
- Démangeaisons (puces et moutons)
- Douleurs articulaires (sensation d'arrachement ou de broiement)
- Vertiges
- Troubles ventilatoires (douleur thoracique, asphyxie)
- Troubles nerveux (incapacité à uriner, incapacité à tenir sur ses jambes, trouble de la parole ou de la vue, paralysie)

Attention ne pas se dire que cela va passer. Risque d'aggravation. En parler à son guide palanquée ou à un autre moniteur.

Délai d'apparition des symptômes :

Rapide (0 – 10min)	: 50 à 55%
Moyenne (10 – 60min)	: 20 à 30%
Lente (1h à 24h)	: 20 à 25%

Prévention

Afin d'éviter cette situation des tables de plongée et des ordinateurs existent.

- Remontée à la vitesse préconisée ;
- Respect des paliers permettant la désaturation de l'azote ;
- Bien se ventiler au palier ;
- Eviter les profils à risque (plongée yo-yo, profil inversé) ;
- Pas d'effort violent après la plongée ;
- Pas de voyage en avion dans les 24h suivant la plongée ;
- Pas d'apnée dans les 6h suivant la plongée ;
- Bien s'hydrater avant et après la plongée.

Facteurs aggravants

- Froid ;
- Stress ;
- Mauvaise condition physique ;
- Fatigue ;
- Obésité, tabac et alcool ;
- Essoufflement ;
- Profil de plongée à risque (profil montée - descente type yo-yo) ;
- Plongées successives ;
- Profondeur et temps de plongée.

Conduite à tenir

1. Alerter les secours (CROSS, VHF canal 16).
2. Administrer de l'oxygène à 100%, débit 15l/min. en inhalation ou insufflation.
3. Proposer de l'aspirine (500mg maxi) et hydrater la victime.
4. Evacuation vers un caisson hyperbare.

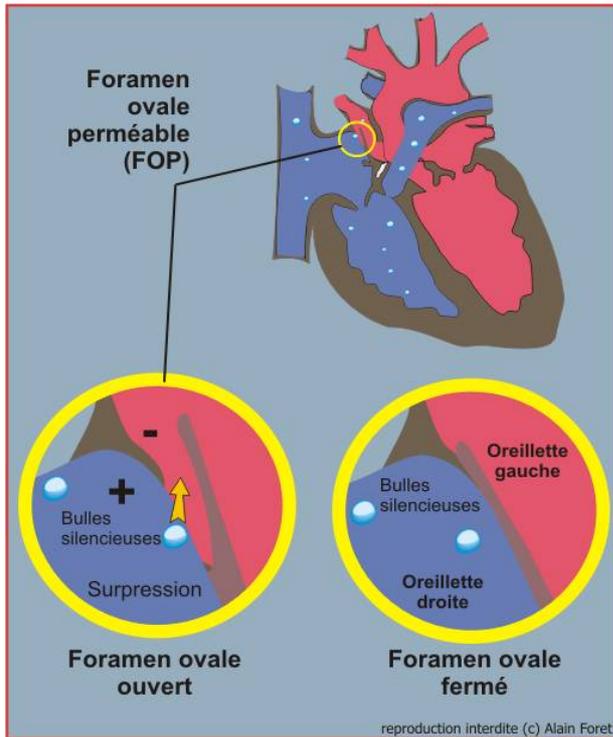
Foramen ovale perméable

Chez l'embryon, un orifice (foramen ovale) entre l'oreillette droite et gauche permet l'oxygénation du sang via le placenta. Cet orifice est solidement refermé chez l'adulte.

Cependant, cette paroi présente une faiblesse chez 1/3 de la population. Elle est alors appelé foramen ovale perméable (FOP).

Une augmentation de la pression dans le coeur droit (effort, Valsalva à la remontée, toux, ...) peut provoquer une ouverture de la paroi. Les bulles d'azote qui devaient être éliminées par le filtre pulmonaire passent dans la grande circulation et risquent de causer un accident de décompression.

Le foramen ovale perméable est responsable et de nombreux accidents de décompression avec respect des procédures.

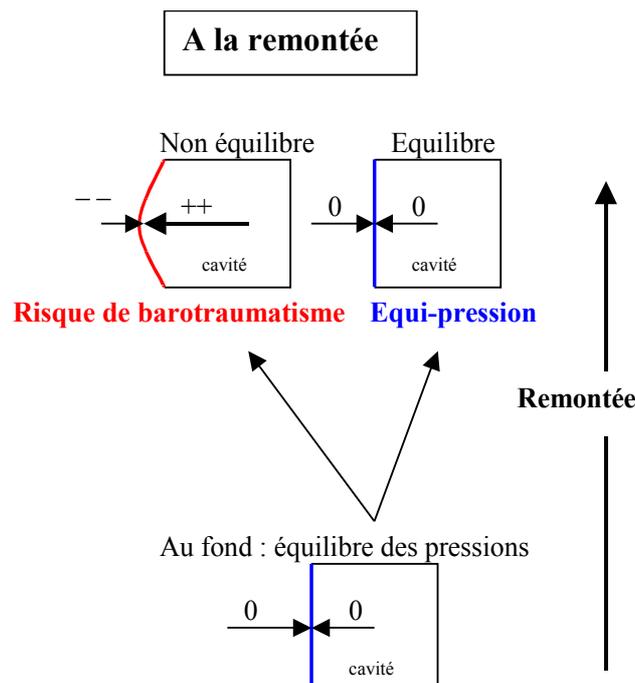
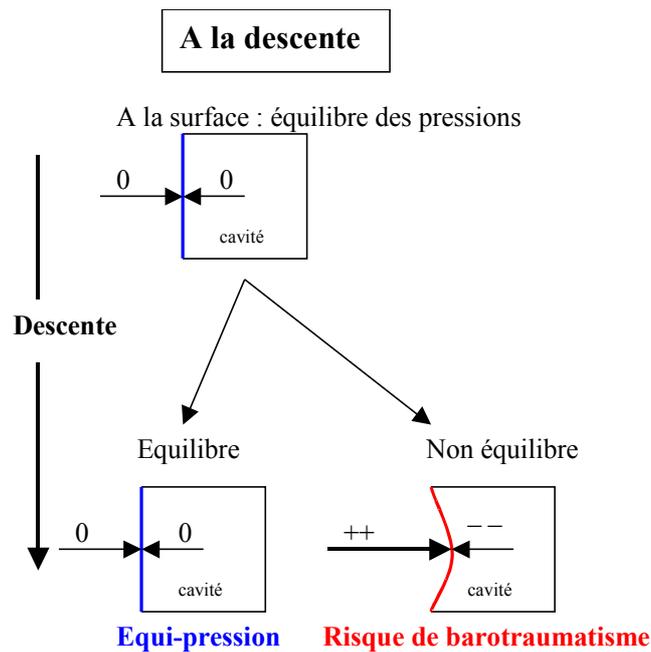


Les accidents bio-mécanique : les barotraumatismes

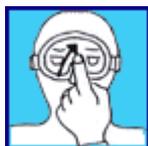
Les accidents bio-mécaniques sont directement dus à des lois de mécanique physique et notamment la loi de Mariotte.

Principes

Le corps comporte de nombreuses cavités naturelles remplies d'air. Lors des variations de pression (descente ou remontée), des déséquilibres (pression à l'intérieur de la cavité et à l'extérieur) peuvent engendrer des dommages appelés barotraumatismes.



Placage de masque



Mécanisme

Lors de la descente le volume d'air interne au masque diminue sous l'effet de la pression. Le masque fait l'effet de ventouse. Il y a alors risque de saignement dû à l'éclatement des capillaires sanguins.

Prévention

- A la descente, souffler de l'air par le nez dès la sensation de gêne au niveau des yeux.

Oreilles



Description

En plongée, durant la descente, une manoeuvre de compensation (Valsalva ou déglutition par exemple) force l'ouverture de la trompe d'Eustache et met en équilibre la pression dans l'oreille moyenne et externe. Si l'équilibre des pressions n'est pas respecté, le tympan se déforme jusqu'à la rupture.

Symptômes

- Perforation du tympan : forte douleur, acouphène, vertiges.
- Barotraumatisme de l'oreille interne : Affection des centres de l'équilibre et de l'audition.
- Vertige alterno-barique : Le manque de perméabilité d'une des deux trompes, entraîne un équilibre décalé des deux oreilles moyennes.
- Risque d'accident de décompression : Une bulle d'azote peut se coincer dans l'oreille interne et entraîner des pertes d'équilibre, vertige, nausées et vomissement.
- Risque d'otite infectieuse : Développement de flores microbiennes dans le conduit auditif.

Prévention

- Effectuer des compensations régulières au cours de la descente (surtout dans les 10 premiers mètres) ;
- Ne pas plonger en cas de rhume ;
- Ne pas forcer sur les tympans ;
- Pas de Valsalva à la remontée ;
- En cas de problème, prévenir le guide de palanquée. Remonter de 1 ou 2 mètres, compenser puis recommencer à descendre. Si les oreilles ne « passent » pas, fin de plongée.

Manoeuvres d'équipression

La capacité à réaliser l'équilibre des pressions dans l'oreille moyenne dépend en grande partie de la forme des trompes d'Eustache.

Les méthodes pour équilibrer les oreilles peuvent être actives ou passives.

Méthodes actives à la descente

Ces méthodes forcent l'ouverture de la trompe d'Eustache en créant une **hyperpression**.

Valsalva

La méthode consiste à se pincer le nez puis à souffler progressivement bouche fermée. C'est la méthode la plus simple mais la plus risquée car elle met en hyperpression tous les poumons. La manœuvre de Valsalva ne doit jamais être violente au risque d'être traumatisante pour les tympanes. Elle doit être pratiquée avec précaution et anticipation.

Frenzel

La méthode consiste à se pincer le nez puis à plaquer la base de la langue vers le haut de la gorge et la refouler vers l'arrière. La manœuvre s'effectue bouche ouverte et glotte fermée. Cette méthode plus difficile à réaliser, est beaucoup moins violente car elle ne met en hyperpression que la gorge.

Méthodes passives

Ces méthodes maintiennent l'ouverture de la trompe d'Eustache **sans hyperpression**.

Déglutition

Chez la plupart des individus une simple déglutition permet l'équipression. Néanmoins cette est très peu adaptée dans la zone des 0-20m où la variation de pression est très rapide.

Béance Tubaire Volontaire (B.T.V.)

Cette méthode permet de maintenir les trompes d'Eustache ouvertes en stimulant les muscles participant à l'ouverture des trompes. Elle consiste à provoquer un bâillement volontaire (bouche quasi-fermée) ou à exercer un mouvement de traction de la mâchoire afin d'ouvrir les conduits.

Il s'agit de la méthode d'équipression la plus douce.

Méthodes actives à la remontée

La méthode de **Valsalva** est à **proscrire à la remontée** car elle peut entraîner un barotraumatisme de l'oreille interne avec risque de surdité, une surpression pulmonaire ou un accident de décompression.

Si durant la plongée la trompe d'Eustache s'est obstruée, il peut s'avérer de pratiquer cette méthode.

Toynbee

Cette méthode consiste à se pincer le nez tout en déglutissant. Ceci permet d'évacuer l'air en excès dans l'oreille moyenne.

Dents

Mécanisme

Lorsqu'une dent est cariée ou mal obstruée, l'air pénètre (à la descente) dans cette minuscule cavité. Lors de la remontée, l'air se dilate et ne peut plus ressortir.

Prévention

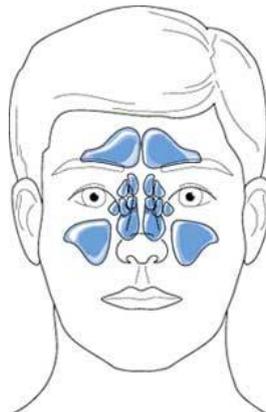
- Bonne hygiène dentaire ;
- Visite régulière chez le dentiste ;
- En cas de douleur ralentir la remontée afin de permettre à l'air de s'échapper.

Sinus

Mécanisme

Les sinus sont des cavités osseuses de la face avant du crâne. Des conduits étroits reliant les sinus avec la fosse nasale permettent l'équilibre des pressions.

Pour des raisons anatomiques ou médicales (rhume) ces conduits peuvent être obstrués et empêcher l'équilibre des pressions.



Prévention

- En cas de douleur à la descente ne pas forcer et arrêter la plongée.
- Ne pas utiliser de médicament vasoconstricteur qui ont une durée limitée dans le temps.
- En cas de douleur à la remontée, ralentir la remontée, déglutir et mastiquer.

Surpression pulmonaire

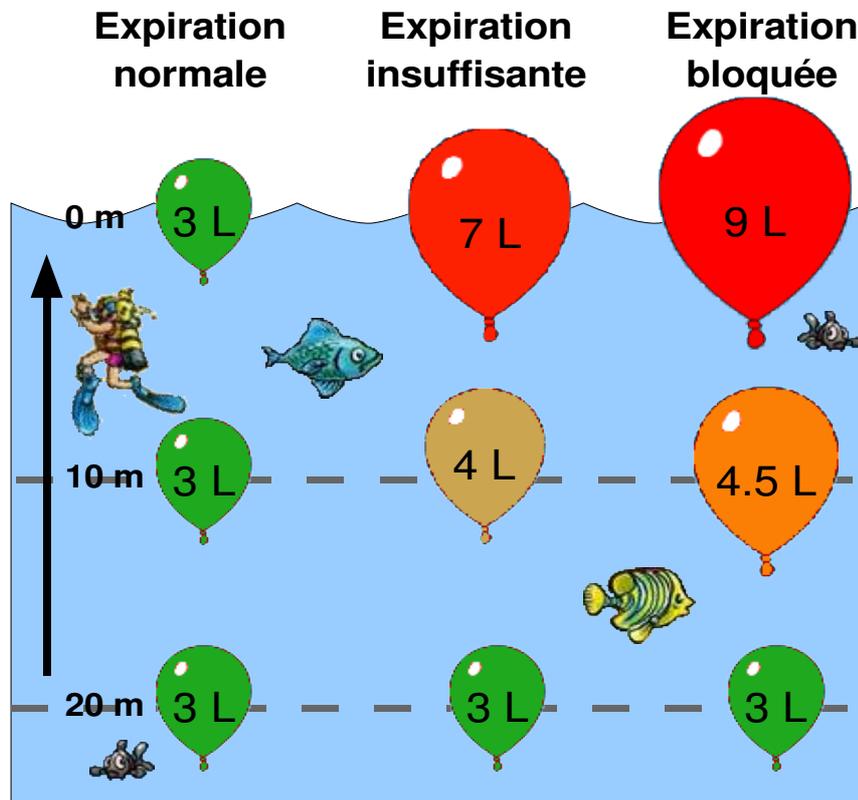


Il s'agit du barotraumatisme le **plus grave**. Il se produit le plus fréquemment dans la zone 0-10m.

Mécanisme

Le plongeur respire de l'air à la pression ambiante. Lors de la remontée, l'air se détend et entraîne une augmentation de volume.

Si l'expiration est bloquée ou insuffisante, les poumons se dilatent jusqu'à la limite d'élasticité des alvéoles pulmonaires. Les alvéoles vont se distendre puis se déchirer. Il y a alors passage d'air dans la circulation sanguine.



Symptômes

- Douleur dans la poitrine
- Voix rauque
- Toux avec crachat sanglant
- Emphysème sous-cutané (niveau du cou) ou du médiastin (entre les poumons et le cœur)
- Pneumothorax (désolidarisation de l'ensemble poumons – cage thoracique)
- Signes neurologiques par embolie cérébrale (bulles d'air au niveau du cerveau)
- Etat de choc, convulsions
- Syncope, mort

Prévention

- **Ne jamais bloquer sa respiration lors de la remontée.**
- Ne jamais donner d'air à un apnéiste.
- Pas de Valsalva à la remontée.
- Eviter les efforts importants : l'essoufflement provoque une expiration insuffisante.
- Eviter les remontées trop rapides : pas de remontée panique, mauvaise utilisation du gilet.

Conduite à tenir

1. Alerter les secours (CROSS, VHF canal 16)
2. Administrer de l'oxygène à 100%, débit 15l/min. en inhalation ou insufflation
3. Proposer de l'aspirine (500mg maxi) et hydrater la victime

Les accidents biochimiques

Les accidents biochimiques sont dus à l'excès ou l'absence de certains gaz dans l'organisme.

La narcose



Causes et mécanismes

L'**azote** est responsable de la narcose lors des plongées à l'air. La narcose est due à une concentration (pression partielle) trop importante qui altère les capacités de raisonnement et de concentration.

En France le seuil de tolérance du PpN_2 est fixé à 5,6bars soit 60m.

Sensations du plongeur / Symptômes

Les effets de la narcose sont :

- Altération du raisonnement et des facultés intellectuelles
 - Problème d'anticipation, idées en désordre
- Trouble de l'attention
 - Problème de concentration
- Trouble de la mémoire immédiate
 - Consultation constante des instruments
- Trouble de l'humeur
 - Angoisse, euphorie
- Trouble de la perception
 - Hallucination
- Perte des repères spatio-temporels
 - Problème d'évaluation du temps et désorientation
- Troubles psychomoteurs
 - Amoindrissement de l'habileté manuelle

Facteurs favorisants

- Sensibilité de chacun : dépendante des individus
- Vitesse de descente rapide
- Etat de fatigue : manque de sommeil, stress
- Conditions de plongée : descente en pleine eau, froid, eau trouble, brusque retournement
- Effort musculaire
- Certains médicaments

Conduite à tenir

- **Porter assistance** et remonter immédiatement de quelques mètres le plongeur en difficulté. (Ne pas oublier les autres membres de la palanquée) Attention lors du sauvetage, car la victime peut se débattre violemment.
- **Interrompre la plongée** en continuant l'assistance. Respecter la procédure de décompression.
- **Vérifier l'état de conscience** du plongeur hors de l'eau.

Prévention

- Adaptation progressive à la profondeur : plongée de réadaptation si nécessaire.
- Vitesse de descente limitée à 30m/min : descente tête en haut pour les sujets les plus sensibles, utilisation de repères visuels.
- Bonne forme physique : éviter les efforts sous l'eau.
- Bon état psychique : pas de plongée profonde si stress ou anxiété.

L'essoufflement



L'**essoufflement** peut avoir des **conséquences très graves** s'il n'est pas détecté à temps. Il peut entraîner la **noyade** et la **surpression pulmonaire**, voire l'**accident de décompression**.

Lorsqu'on est victime d'un essoufflement, il faut immédiatement cesser tout effort et se forcer à expirer. Prévenir le guide de palanquée ou son partenaire.

Mécanisme

L'essoufflement en plongée est dû à un **excès de gaz carbonique** dans l'organisme. La cause est une élimination insuffisante du CO₂ par la ventilation.

Tout effort nécessite un apport accru de O₂ aux muscles

- production accrue de CO₂
- augmentation de la ventilation

Si la limite de la régulation de la ventilation

- diminution de l'amplitude
- mauvaise évacuation du CO₂

Les chémorécepteurs demandent d'accroître la quantité d'O₂ (au lieu de réduire le CO₂). Ils commandent à l'organisme d'inspirer alors qu'il faudrait expirer.

- sensation d'étouffement

Causes et facteurs favorisants

Ces excès de CO₂ peuvent être dus à :

- Des efforts trop importants : mauvaise condition physique, palmage à contre-courant ;
- Facteurs d'ordre émotif : peur ou angoisse favorisée par la profondeur, des eaux troubles, sombres ou agitées ;
- Mauvaise stabilisation et/ou surlestage ;
- Robinet mal ouvert ;
- Détendeur de mauvaise qualité : effort à l'inspiration ou à l'expiration ;
- La profondeur : augmentation de la densité de l'air ;
- Le froid.

Sensations du plongeur

L'essoufflement se détecte très facilement de la manière suivante : essayer de faire une petite apnée expiratoire de quelques secondes. Si c'est impossible il y a alors essoufflement.

Prévention

- Eviter les efforts : palmage trop rapide ou à contre-courant ;
- Avoir une bonne flottabilité : bon lestage et bonne stabilisation ;
- Se protéger du froid ;
- Ne pas s'immerger si l'on est essoufflé ;
- Avoir une bonne condition physique.

Conduite à tenir

- Faire cesser tout effort et remonter le plongeur en maintenant le détendeur en bouche.
- Calmer le plongeur. Lui demander de se forcer à expirer afin d'éviter tout risque de surpression pulmonaire.
- Mettre fin à la plongée et vérifier la consommation d'air et la vitesse de remontée.
- Majorer les paliers.

Les autres accidents

Le froid



Le froid est un facteur aggravant pour d'autres accidents tel que l'accident de décompression ou l'essoufflement.

En cas de froid, prévenir le guide de palanquée qui stoppera la plongée

Mécanisme

L'homme maintient sa température centrale aux alentours de 37°C. Dans l'eau nous nous refroidissons 25 fois plus vite que dans l'air.

Ces déperditions de chaleur sont principalement dues au contact avec le milieu extérieur.

Sensations du plongeur / Symptômes

- Augmentation du rythme respiratoire entraînant une augmentation de la consommation ;
- Frissons, chair de poule ;
- Refroidissement important et perte de sensibilité des extrémités ;
- Envie d'uriner.

Dans le cas d'hypothermie grave les conséquences peuvent être:

- Syncope ;
- Coma ;
- Mort.

Facteurs favorisants

- La profondeur comprime le néoprène diminuant le pouvoir isolant de la combinaison.
- La fatigue et le manque de sommeil diminuant les défenses de l'organisme.
- Les nombreux mouvements augmentant la circulation d'eau dans la combinaison.

Prévention

- Utilisation d'une combinaison de plongée adaptée à la température de l'eau.
- Utilisation d'une combinaison bien ajustée permet également d'éviter les entrées d'eau.
- Avoir une bonne alimentation.
- Eviter les mouvements brusques dans l'eau.
- Limiter le temps de plongée en eau froide.

Conduite à tenir

Durant la plongée

- Signaler que l'on a froid et arrêter la plongée ;
- Accroître le temps de palier ;
- Effectuer une remontée lente.

En surface

- Déséquiper le plongeur ;
- Le sécher sans frotter ;
- Lui mettre des vêtements chauds et l'allonger dans une couverture ;
- Lui faire boire une boisson chaude (Jamais d'alcool) ;
- Attendre un réchauffement progressif du corps.

La noyade

La noyade est un arrêt respiratoire par inondation des voies aériennes supérieures. Elle est souvent la conséquence d'autres accidents (essoufflement, syncope).

Mécanisme

On distingue deux types de noyade : la noyade primaire et la noyade secondaire

- **La noyade primaire**

Il s'agit d'une inondation des voies aériennes sans perte de conscience préalable. Les symptômes dépendent de la quantité d'eau avalée.

- **La noyade secondaire**

Elle résulte toujours d'une syncope. Après la syncope, il y a une reprise ventilatoire. Si le plongeur a les voies aériennes supérieures immergées, elles se remplissent d'eau.

La syncope peut survenir suite à :

- un choc thermo-différentiel (hydrocution) dû à une grande amplitude thermique entre l'air extérieur et l'eau ;
- une apnée (hyperventilation) ;
- un accident de plongée (ADD, barotraumatisme, accidents biochimiques).

Sensations du plongeur / Symptômes

On distingue 4 stades dans la noyade.

- **Stade 1 : Aquastress**

L'eau n'a pénétré que dans les voies aériennes supérieures

- Le sujet a bu la tasse ;
- Angoisse ;
- Epuisement ;

- **Stade 2 : Petit hypoxique**

Début de noyade avec inhalation d'une faible quantité de liquide

- Difficultés respiratoire, toux ;
- **Stade 3 : Grand hypoxique**
- Trouble de la conscience ;
- Importants troubles respiratoires ;
- Hypotension artérielle ;

- **Stade 4 : Grand anoxique**

- Arrêt cardiaque ;
- état de mort apparente.

Facteurs favorisants

- Manque ou absence de technique ;
- Mauvaise condition physique ;
- Etat de la mer.

Prévention

- Savoir nager ;
- Ne pas retirer son détendeur ou son tuba si la mer est agitée ;
- Sortie de l'eau avec le masque sur le visage et le détendeur en bouche ;
- Gonfler son gilet en surface ;
- Bon lestage ;
- Attention aux grottes, filets et épaves ;
- Tour d'horizon avant de revenir en surface ;
- Etre en forme physique.

Conduite à tenir

- Déséquiper le plongeur ;
- Le sécher sans frotter ;
- Rassurer le plongeur ;
- Donner de l'O₂ si difficultés respiratoires ;
- Appliquer les gestes de secourisme si problème de conscience et de circulation.

Les dangers du milieu naturel

A la surface

- Le **soleil** :
 - Eviter de s'exposer trop longtemps au soleil avant la plongée (choc thermo-différentiel, coup de soleil).
 - Ne pas s'équiper trop longtemps avant la plongée.
 - Se mouiller la nuque avant l'immersion.
- La **houle** :
 - Attention au mal de mer.
 - Les médicaments contre le mal de mer peuvent entraîner la somnolence.
 - Attention à la mise à l'eau et à la remontée au bateau.
- Le **courant** :
 - Attention au courant de surface : se tenir au mouillage.
- Les **bateaux** :
 - Attention aux autres bateaux en surface : tour d'horizon.
 - Ne pas s'écarter du bateau de plongée.
 - Attention au gaz d'échappement du bateau (monoxyde de carbone).

Sous l'eau

- Le **courant** :
 - Eviter de nager à contre-courant (risque d'essoufflement).
 - Préférer se déhaler sur les rochers au fond.
- La **visibilité** :
 - Eviter de palmer trop près des fonds sableux ou vaseux.
 - Rester très groupé.
- Les **grottes** :
 - Toujours voir la sortie de la grotte.
 - Utiliser une lampe.
 - Ne pas respirer dans les poches d'air.
- Les **épaves** :

- Ne pas s'aventurer dans les coursives ou les cales qui peuvent être étroites et dangereuses. (pas de sortie, impossibilité de faire demi-tour).
- Attention aux différentes tôles rouillées tranchantes et coupantes.
- Utiliser une lampe.
- Les **filets** :
 - Ne pas s'en approcher.
- La **faune** et la **flore** :
 - Risques de morsures : requins, murènes ...
 - Risques de pincements : homards, araignées ...
 - Risques de piqûres : oursins, rascasses raies ...
 - Risques de brûlures : méduses, corail de feu ...
 - Risques de choc électrique : raie torpille.

Tables fédérales

Généralités

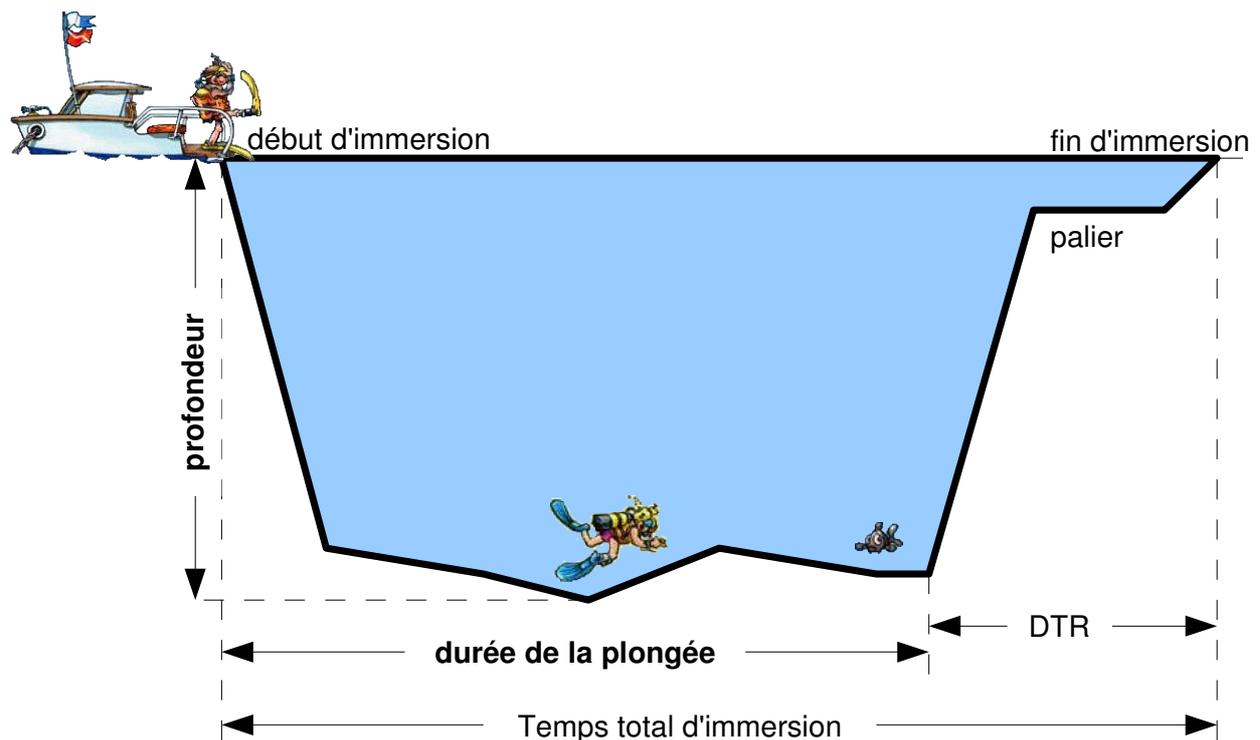
Introduction

La saturation en azote du corps lors d'une plongée implique de devoir contrôler sa décompression.

Des tables de plongée ont été élaborées en fonction de différents critères (plongée loisir, plongée travail, altitude, plongée aux mélanges ...) afin de **prévenir l'accident de décompression**. Selon la profondeur et la durée de la plongée, des paliers seront définis à partir de ces tables.

Les tables MN90 ont été adoptés par la FFESSM, et ce sont elles qui sont utilisées pour les différents exercices théoriques et pratiques. Il est néanmoins laissé libre choix au guide de palanquée quant aux tables utilisées (table MN 90, MT 92, Buhlmann).

Paramètre d'une plongée



Les deux paramètres essentiels pour le calcul des paliers sont la **durée** et la **profondeur maximale** de la plongée.

Si la profondeur ou le temps de la plongée ne sont pas dans les tables on prend la valeur immédiatement **supérieure**.

L'**intervalle de surface** est la durée entre la fin d'immersion de la 1^{ère} plongée et le début d'immersion de la 2^{ème} plongée.

Tables de plongée MN90

Les tables MN90 comprennent :

- Les **tables** proprement dites ;
- Le **tableau 1** indiquant l'**azote résiduel** en surface après une plongée en fonction du groupe de plongée successive ;
- Le **tableau 2** permettant de calculer la **majoration** ;
- Le **tableau 3** indiquant l'évolution de l'azote résiduel lors **d'inhalation d'oxygène pur en surface** ;
- Le tableau 4 permettant de calculer les durée de remontée.

Présentation des tables

Tableau de calcul des paliers

1^{ère} colonne :
Profondeur maximale
(atteinte durant la plongée)

2^{ème} colonne :
Durée de la plongée
(Descente + durée au fond)

3^{ème} colonne :
Palier
(Profondeur + durée)

4^{ème} colonne :
Groupe de Plongée Successive
(Indique la saturation en azote)

Table de plongée à l'air - Marine Nationale 1990

Profond m	Durée mn	Durée des paliers			Successives	Profond m	Durée mn	Durée des paliers			Successives
		9 m	6 m	3 m				9 m	6 m	3 m	
15	80			2	J	30	15			1	E
18	55			1	I		20			2	F
60				5	J		25			4	H
65				8	J		30			9	I
70				11	K		35			17	J
20	45			1	I		40			24	K
50				4	I	32	15			1	E
55				9	J		20			3	G
60				13	K		25			6	H
65				16	K		30			14	I
22	40			2	I		35			22	K
45				7	I		40	1		29	K
50				12	J	35	15			2	F
55				16	K		20			5	H
60				20	K		25			11	I
25	25			1	F		30	1		20	J
30				2	H		35	2		27	K
35				5	I		40	5		34	L
40				10	J	38	10			1	E
45				16	J		15			4	F
28	20			1	F		20			8	H
25				2	G		25	1		16	J
30				6	H		30	3		24	K
35				12	I		35	5		33	L
40				19	J		40	10		38	M

Vitesse de remontée 15 à 17 m/min

Tableau de calcul de l'azote résiduel

Groupe succ.	INTERVALLES										
	15	30	45	1h	1h30	2h	2h30	3h	4h	6h	8h
A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,80
B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,81
C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,83	0,82	0,81
D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,82	0,81
E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,83	0,81
F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,87	0,83	0,82
G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88	0,84	0,82
H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,89	0,85	0,82
I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,90	0,85	0,83
J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,91	0,86	0,83
K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,92	0,86	0,83
L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,93	0,87	0,83
M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,94	0,87	0,84
N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,95	0,88	0,84

1^{ère} colonne : Groupe de plongée successive
 1^{ère} ligne : Durée de l'intervalle surface
 3^{ème} tableau : Azote résiduel

Tableau de calcul de la majoration

Azote résiduel	PROFONDEUR DE LA 2 ^e PLONGEE EN M.											
	12	15	18	20	22	25	28	30	32	35	38	40
0,82	4	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
0,84	7	6	5	4	4	3	3	3	3	2	2	2
0,86	11	9	7	7	6	5	5	4	4	4	3	3
0,89	17	13	11	10	9	8	7	7	6	6	5	5
0,92	23	18	15	13	12	11	10	9	8	8	7	7
0,95	29	23	19	17	15	13	12	11	10	10	9	8
0,99	38	30	24	22	20	17	15	14	13	12	11	11
1,03	47	37	30	27	24	21	19	17	16	15	14	13
1,07	57	44	36	32	29	25	22	21	19	18	16	15
1,11	68	52	42	37	34	29	26	24	22	20	19	18
1,16	81	62	50	44	40	34	30	28	26	24	22	21
1,20	93	70	56	50	45	39	34	32	29	27	24	23
1,24	103	79	63	56	50	43	38	35	33	30	27	26
1,29	124	91	72	63	56	49	43	40	37	33	30	29
1,33	135	101	79	70	62	53	47	43	40	36	33	31
1,38	160	114	89	78	69	59	52	48	44	40	37	35

1^{ère} colonne : Azote résiduel
 1^{ère} ligne : Profondeur de la 2^{ème} plongée
 3^{ème} tableau : Majoration (en min.)

Conditions d'utilisation de la table MN90:

- Plongée loisir (effort et palmage modéré) ;
- Plongée à l'air ;
- Plongée au niveau de la mer ;
- Plongée au delà de 60m interdite ;
- 2 plongées maximum par jour ;
- Vitesse de remontée 15 à 17m/min.

Courbe de sécurité

Dans les tables de plongée, il existe pour chaque profondeur, une durée en dessous de laquelle les paliers ne sont pas nécessaires. Une courbe appelée **courbe de sécurité** peut être définie à partir de ces paramètres.

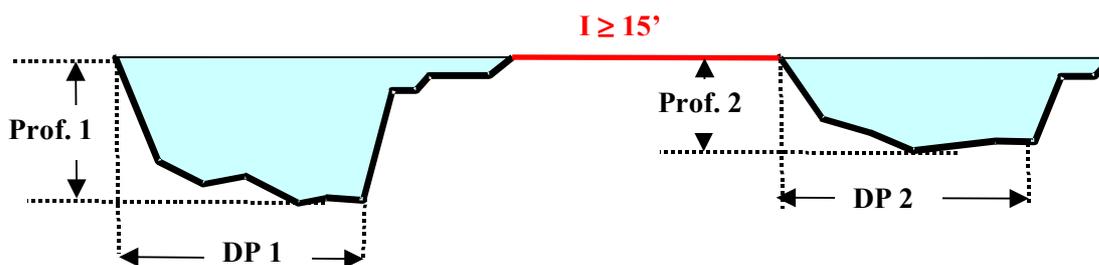
Profondeur r	12m	15m	20m	25m	30m	35m	40m
Temps	135'	75'	40'	20'	10'	10'	5'

Les différents types de plongée

Plongée Simple

Une plongée simple est une plongée dont l'intervalle de surface est d'au moins 12 h avec la plongée suivante.

Plongées Successives



Deux plongées sont dites **successives** si l'intervalle de surface est **supérieur ou égal à 15 minutes et inférieur à 12 heures**.

Après la première plongée, le **GPS** est calculé à partir de la table.

Grâce au **GPS** et à l'intervalle de surface entre les deux plongées, la valeur d'azote résiduel est recherchée dans le premier tableau (détermination de l'azote résiduel). A partir de cette valeur et de la profondeur prévue de la deuxième plongée la **majoration** est déterminée grâce au deuxième tableau. La majoration représente le temps fictif qu'il faudra ajouter au véritable temps de la deuxième plongée.

Le calcul de la majoration est calculé à partir d'une profondeur prévue :

- Si la profondeur réelle de la deuxième plongée est **moins profonde** que prévue, on entre dans la **table à la profondeur prévue**.
- Si la profondeur réelle de la deuxième plongée est **plus profonde** que prévue, on entre dans la **table à la profondeur réelle** mais on **garde la majoration**.

Paramètres d'entrée dans la table

Si les paramètres de la plongée (profondeur, durée, intervalle de surface) ne sont pas inscrits dans la table, il faut utiliser des valeurs contenues dans celle-ci.

Profondeur : valeur immédiatement **supérieure**.

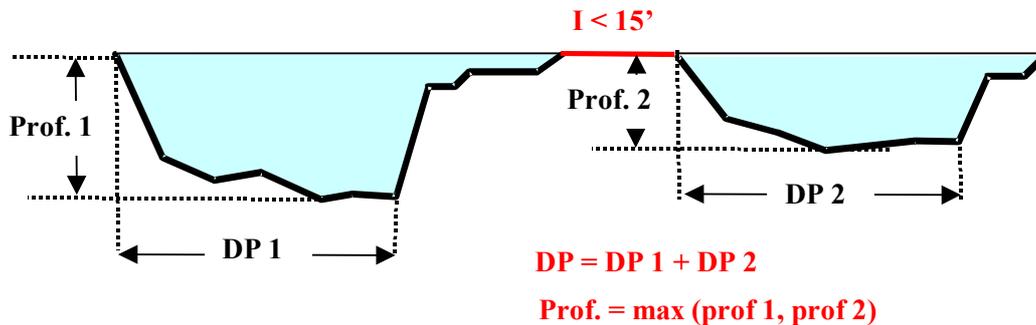
Durée : valeur immédiatement **supérieure**.

Intervalle de surface : valeur immédiatement **inférieure**.

Azote résiduel : valeur immédiatement **supérieure**.

Profondeur prévue pour calcul de la majoration : valeur immédiatement **inférieure**.

Plongées Consécutives

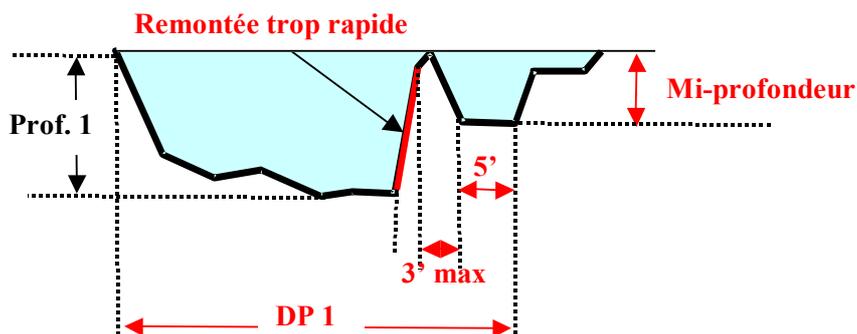


Deux plongées sont dites **consécutives** si l'intervalle de surface est **inférieur à 15 minutes**.

On considère qu'il s'agit d'une **seule et même plongée**.

La profondeur sera la **profondeur maximale atteinte** au cours des deux plongées ; la durée sera la somme de la durée de chaque plongée.

Plongée avec remontée trop rapide (supérieur à 17m/min)

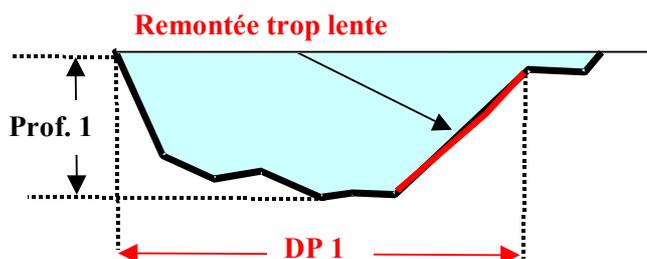


En cas de **remontée rapide (>17m/min)**, le plongeur arrivé en surface aura **3 minutes maximum** pour redescendre et effectuer un palier de **5'** à **mi-profondeur**.

La durée de la plongée sera la somme de la plongée + la remontée rapide + temps en surface + 5' à mi-profondeur.

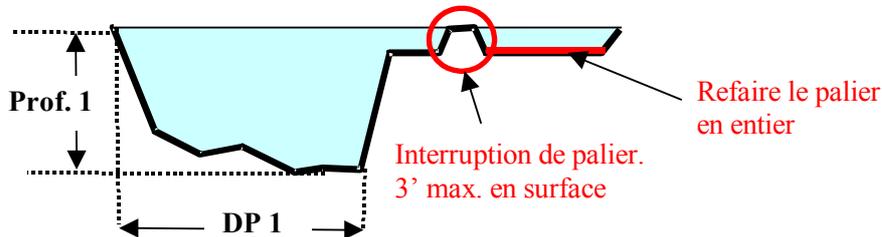
Dans tout les cas, il faut effectuer au moins un **palier de 2' à 3 mètres**.

Plongée avec remontée trop lente (inférieur à 15m/min)



En cas de remontée lente (<15m/min), le temps de remontée sera inclus dans le temps de plongée.

Palier interrompu



Il faut redescendre en moins de trois minutes et recommencer le palier interrompu entièrement.

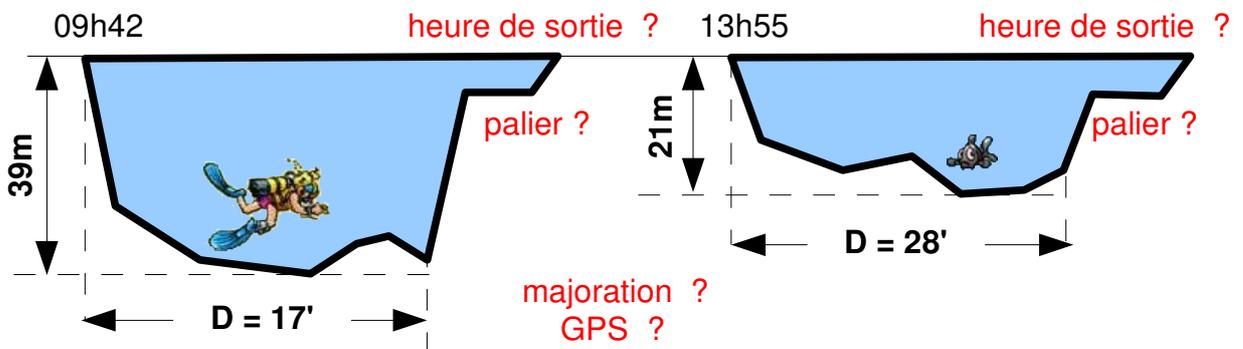
Exemple d'utilisation

Enoncé du problème

Deux plongeurs s'immergent à 9h42 pendant 17min. à 39m. Puis il se ré-immmerge à 13h55 pendant 28min. à 21m. Calcul des paliers (temps et profondeur), de la durée totale de remontée, de l'heure de sortie, du GPS et de la majoration pour chacune des plongées.

Solution

Le problème peut se schématiser de la façon suivante.



La profondeur de 39m n'existe pas dans la table : on prend 40m.

La durée de 17min n'existe pas dans la table : on prend 20min.

On en déduit qu'il faut effectuer un palier de **1min. à 6m** et **9min. à 3m**.

La durée totale de remontée (paliers + remontée) est de 14min.

Prof.	T	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS
	5				3	C
	10			2	5	E
	15			4	7	G
	20		1	9	14	H
40	25		2	19	25	J
	30		4	28	36	K

L'heure de sortie sera donc $9h42' + 17' + 14' = 10h13'$

Le Groupe de Plongée Successive (GPS) est **H**.

L'intervalle de surface est de $3h42'$, on prend un intervalle de $3h30'$. et on obtient un taux d'azote résiduel de **0,91**.

		Intervalle de surface										
		0h15	0h30	0h45	1h00	1h30	2h00	2h30	3h00	3h30	4h00	4h30
GPS	A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
	B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82
	C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83
	D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84
	E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85
	F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86
	G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87
	H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88
	I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88

L'après midi, la plongée est prévue à 22m. on obtient une majoration de **12'**

		Profondeur de la deuxième plongée						
		12	15	18	20	22	25	28
Azote résiduel	0,82	4	3	2	2	2	2	2
	0,84	7	6	5	4	4	3	3
	0,86	11	9	7	7	6	5	5
	0,89	17	13	11	10	9	8	7
	0,92	23	18	15	13	12	11	10
	0,95	29	23	19	17	15	13	12
0,99	38	30	24	22	20	17	15	

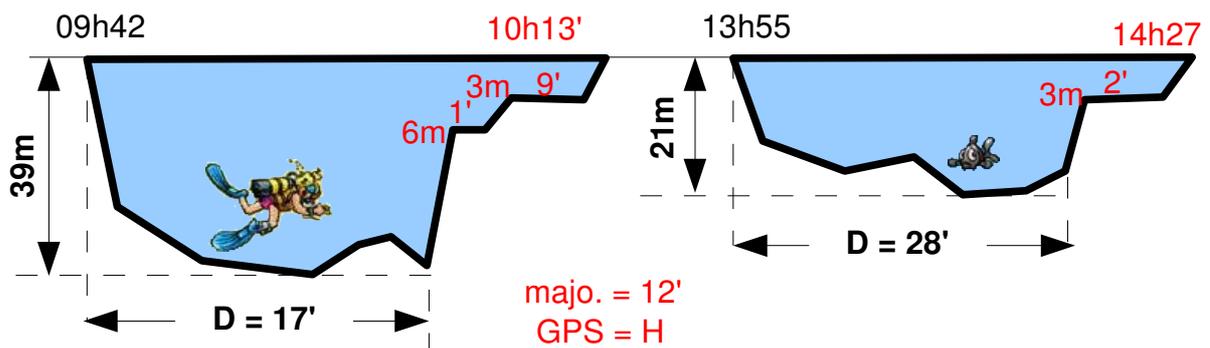
La durée de la 2ème plongée est donc de $40'$ ($28' + 12'$).

La table nous donne un palier de **2'** à **3m** et une durée totale de remontée de $4'$.

Prof.	T	3 m	DTR	GPS
22	5		2	B
	10		2	C
	15		2	D
	20		2	E
	25		2	F
	30		2	G
	35		2	H
	40	2	4	I
	45	7	9	I
	50	12	14	J
	55	16	18	K

L'heure de sortie sera donc $13h55' + 28' + 4 = 14h27'$

On obtient donc :



Réglementation

Espaces d'évolution



A noter que si les conditions sont jugées favorables (visibilité, courant) par le directeur de plongée, l'espace médian peut être étendu à 25 mètres et l'espace lointain peut être étendu à 45 mètres.

Prérogatives du niveau 2

Le plongeur niveau 2 peut évoluer dans l'espace lointain (20 - 40m) sous la direction d'un guide de palanquée (niveau 4 minimum).

Le plongeur majeur niveau 2 peut évoluer en autonomie entre niveau 2 (ou supérieur) dans l'espace médian. Les plongées sont réalisées sous le contrôle d'un directeur de plongée qui en choisit le site et en fixe les paramètres.

Le niveau 2 n'a aucune prérogative d'encadrement.

La FFESSM

Présentation

La Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins a été créée en 1948 mais prend son nom de « FFESSM » en 1955. Son siège social est situé à Marseille.

La FFESSM ne regroupe pas directement les licenciés mais c'est une fédération de clubs affiliés (association à but non lucratif) et de structures commerciales affiliées.

L'objectif de la FFESSM est de « développer et favoriser par tous les moyens appropriés, sur le plan sportif, artistique, culturel ou scientifique, la connaissance et l'étude du monde subaquatique, ainsi que la pratique de toutes les activités et sports subaquatiques ».

Premier organisme d'enseignement de la plongée, avec (chiffres 2005) :

- plus de 150.000 plongeurs
- environ 6.000 moniteurs
- plus de 2.200 clubs associatifs
- environ 120 structures commerciales agréées

Comités

La FFESSM est composée de 17 comités régionaux et inter-régionaux :

ex : 07 - Ile de France - Picardie

03 - Bretagne- Pays de Loire (avec club de même région administrative : ligue Bretagne)

02 - Atlantique Sud

08 - Languedoc-Roussillon – Midi-Pyrénées

Ils représentent la FFESSM localement (association 1901).

Les comités Régionaux et Inter-régionaux sont décomposés en comités départementaux (CODEP).

Les clubs associatifs et les structures commerciales agréées (SCA) dépendent des comités départementaux.

Commissions

Les commissions sont des organismes internes à la FFESSM. Elles étudient les questions relevant de leur discipline dont elles assurent la promotion et le développement.

Elle sont au nombre de 15 :

- technique (commission d'enseignement de la plongée sous marine)
- médicale et de prévention
- juridique

Sportives

- pêche sous-marine et plongée en apnée
- hockey subaquatique
- nage avec palmes
- nage en eau vive
- orientation subaquatique
- tir sur cible subaquatique

Culturelles

- archéologie subaquatique
- audiovisuelle
- biologie et environnement
- plongée souterraine
- sports corporatifs
- représentation des jeunes et organisation de leurs compétitions

Autres organismes

La CMAS

La CMAS est une confédération; plus précisément, il s'agit d'un organisme regroupant des fédérations de plongée dont le but est de « développer et de favoriser par tous les moyens appropriés la connaissance et la protection du monde subaquatique ainsi que la pratique des sports aquatiques ou subaquatiques ».

La CMAS représente plus de 3 millions de plongeurs actifs.

Parmi les travaux de la CMAS notons :

- La carte FFESSM/CMAS permettant la reconnaissance des niveaux de plongée dans le monde entier.
- La codification des signes de communication.

Matériel

Le masque



Description

Le masque permet de rétablir la **vision** sous l'eau.

Il se compose :

- des verres
- de la jupe qui permet l'étanchéité avec le visage
- de la sangle qui permet le maintien du masque

L'inconvénient du masque est qu'il déforme la réalité, il grossit (d'un facteur de 4/3) et rapproche (d'un facteur de 3/4) les objets. De plus le champ de vision est diminué.

Critères de choix

Le choix du masque doit être fait avec soin. Ces critères sont :

- bien plaquer au visage (sangle peu tendue)
- volume interne : plus le volume est grand plus le risque de placage est grand
- champs de vision : plus large est le champs, meilleure est la vision
- avec verres correcteurs : seul certains modèles de masques ont la possibilité d'adapter des verres.
- matière de la jupe : en silicone ou en caoutchouc. Le silicone présente une meilleure durée de vie

Pour la plongée, il est préférable d'avoir un masque avec un grand champ de vision et bien adapté au visage.

Les palmes



Description

La palme permet de se **propulser** dans l'eau.

Elle se compose :

- de la voilure : certaines voilures sont profilés et contiennent des tuyères afin d'améliorer l'écoulement de l'eau
- du chausson qui peut être intégral ou réglable

Critères de choix

Pour la plongée, les palmes courtes sont préférables car plus maniables et moins fatigantes. Les palmes réglables sont plus simple à enfiler mais les chaussantes tiennent mieux au pieds.

La combinaison



Description

La combinaison permet d'**isoler** son corps du **froid** de l'eau.

Elle est composé de néoprène : un caoutchouc de synthèse renfermant des bulles d'azote afin d'améliorer l'isolation thermique.

La combinaison est doublé d'un tissu en jersey afin d'en faciliter l'habillage.

Critères de choix

Il en existe principalement de 3 types : humide, semi-étanche et étanche.

Le choix de la combinaison dépendra du type de plongée effectuée.

En eau froide et très froide, la combinaison humide sera à éviter.

D'autres critères sont à prendre en compte :

- la coupe : l'idéal est la combinaison sur mesure qui entraîne néanmoins un surcoût,
- l'épaisseur,
- la qualité des manchons et de la fermeture éclair : permet de limiter au maximum les entrées d'eau,
- la cagoule : attenante ou non
- Les protections

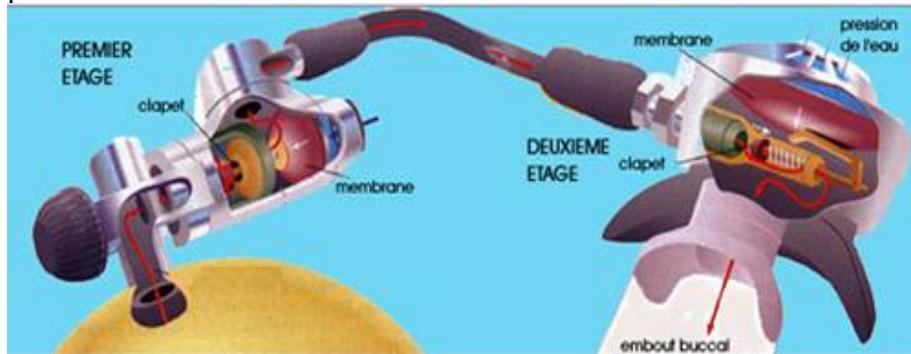
Le détendeur



Définition

Le détendeur est un système qui permet de ramener (détendre) la pression élevée de l'air contenu dans la bouteille, à la pression du milieu afin qu'il puisse être respiré par le plongeur. Sur les détendeurs actuels, la détente s'effectue en 2 étapes.

Le **premier étage** (fixé à la bouteille par un système d'étrier ou système à vis à la norme DIN) permet de détendre l'air haute pression (HP) de la bouteille à un air à une moyenne pression. Cette pression intermédiaire est de l'ordre de 8 à 10 bar au dessus de la pression ambiante. Le **deuxième étage** (se tient en bouche par un embout buccal) permet de ramener l'air à la pression ambiante du milieu.



Le principal intérêt est donc de fournir de l'air :

- sur simple demande du plongeur (inspiration)
- à la pression ambiante, quelles que soient la profondeur, la position du plongeur et les conditions d'utilisation.

La fixation du détendeur à la bouteille se fait par un système :

- étrier
- à vis à la norme DIN

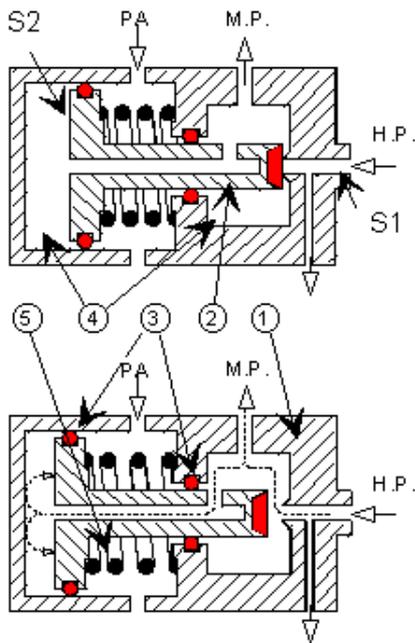
Différentes technologies utilisées

Premier étage à piston

Description

Le type d'étage est composé de :

- Un corps (1) , en laiton chromé, fixé à la bouteille par système étrier ou DIN, permet de connecter les tuyaux haute et moyenne pression.
- Un piston (2), en acier inox généralement, percé d'un trou permettant l'équilibrage des chambres "moyenne pression". C'est la seule pièce mobile.
- Un ressort (3) qui, taré à une certaine valeur, fixe la moyenne pression.
- Deux joints toriques (4) : 1 autour le grand diamètre du piston, 1 autour du petit diamètre du piston.
- Deux chambres MP (5) communicantes par le piston.
- Une chambre humide (6) en contact avec l'eau et contenant le ressort; cette chambre est soumise à la pression absolue ambiante (PA).

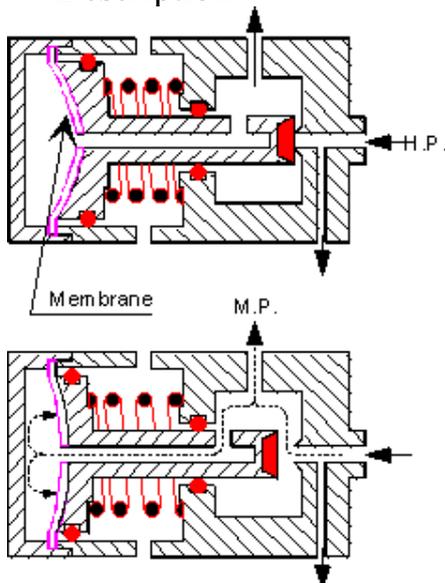


Fonctionnement

En l'absence de haute pression, le piston n'est pas en contact avec le clapet car le ressort le repousse. Lors de l'ouverture du bloc, l'air HP s'introduit dans la 1^{ère} chambre MP, s'y détend, passe à travers le piston jusque dans la 2^{ème} chambre MP où il équilibre la force du ressort et de la HP puis repousse le piston sur son clapet. La valeur de la MP est égale à la force du ressort + la PA + la HP appliquée sur le clapet. Lorsque l'on respire, la MP chute et provoque l'ouverture du clapet et le cycle ci-dessus recommence. Comme vous le voyez, le fonctionnement du 1er étage n'est qu'une suite d'ouverture et fermeture du clapet visant à équilibrer les chutes de MP (dépressions) créées par la respiration.

Premier étage à membrane

Description



Fonctionnement

Le principe de fonctionnement est identique à celui du 1^{er} étage à piston comme le démontre le schéma

L'avantage de la membrane (en matériaux polymère très fin) est d'assurer une parfaite étanchéité entre les chambres MP et humide ainsi qu'une meilleure résistance au givrage surtout si la chambre humide est emplies de gel silicone. Néanmoins, ce type d'étage est plus cher à l'achat et à l'entretien ce qui explique qu'il est plutôt utilisé sur les 1^{er} étages compensés plus perfectionnés.

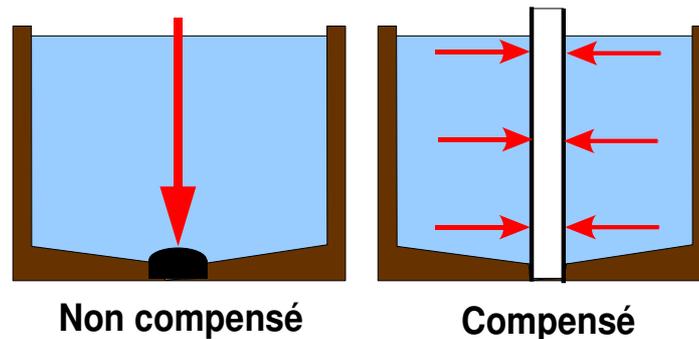
Principe de la compensation

On s'aperçoit que la HP influe sur l'ouverture du clapet, ce qui implique que la valeur de la MP est assujettie à celle de la H.P. En substance, cela signifie que la MP diminue proportionnellement à la HP et que cela rend le détendeur de plus en plus " dur " lorsque la pression de la bouteille diminue. Le but de la compensation est de s'affranchir la HP en rendant la MP indépendante de la HP.

Quel est le principe de la compensation ?

Voici deux façons de boucher un évier, une bonde ou un tube plongeur.

Dans le 1^{er} dessin, plus la hauteur d'eau est importante plus l'ouverture est difficile alors que l'utilisation d'un tube plongeur dans le 2^{ème} dessin nous affranchit de la pression de l'eau. C'est là le principe de la compensation. Peu importe la pression de l'eau car celle-ci ne gêne pas la translation du tube plongeur.



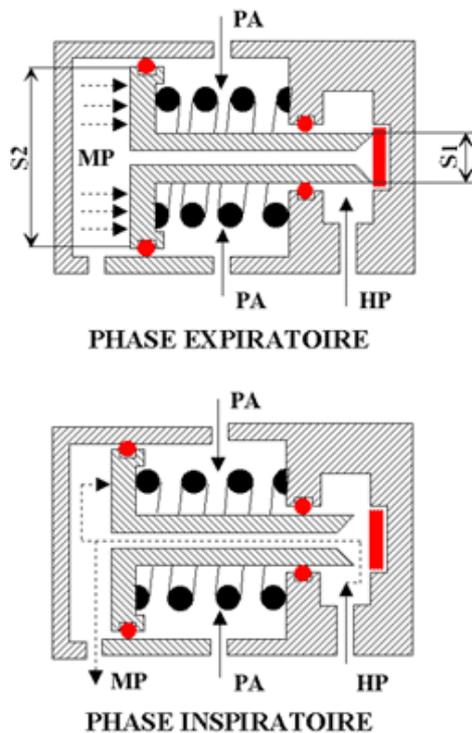
Appliquons ce principe au 1^{er} étage d'un détendeur.

Premier étage à piston compensé

Description

Comme pour l'étage non compensé, on trouve :

- Un corps, en laiton chromé, fixé à la bouteille par système étrier ou DIN, permet de connecter les tuyaux haute et moyenne pression. Il est à noter que ces étages sont munis d'une tourelle pivotante sur laquelle on trouve entre 3 et 5 sorties MP. La partie fixe du corps est, elle, munie de 1 ou 2 sortie HP.
- un piston, en acier inox, est percé d'un trou dans toute sa longueur et suivant son axe. L'extrémité de la tige est biseautée afin de servir de **clapet**. Il est à noter que cette même extrémité sert de **siège** pour l'étage non compensé. Le piston est la seule pièce mobile.
- un ressort taré à une certaine valeur qui fixe la pression moyenne.
- deux joints toriques ; 1 autour du grand diamètre du piston, 1 autour de la tige.
- une chambre MP et 1 chambre HP communicantes par le piston.
- une chambre humide en contact avec l'eau et contenant le ressort ; cette chambre est soumise à la pression absolue ambiante (PA).



Fonctionnement

Lorsque l'étage n'est pas raccordé à un bloc, le piston, repoussé par le ressort, n'est pas en contact avec le clapet.

Lors de l'ouverture du bloc, l'air HP passe à travers le piston, se détend dans la chambre MP où il repousse le piston sur son siège. Jusque là, le fonctionnement est identique à celui du 1^{er} étage non compensé. Ce qui est différent, c'est que la MP n'a plus besoin d'équilibrer la poussée de la HP sur le piston car celle-ci s'applique perpendiculairement à celui-ci. La translation du piston n'est en aucune manière affectée par la poussée de l'air HP du bloc. La seule différence, mais de taille, avec l'étage non compensé c'est que la valeur de la MP est parfaitement stabilisée même dans les petites valeurs de HP.

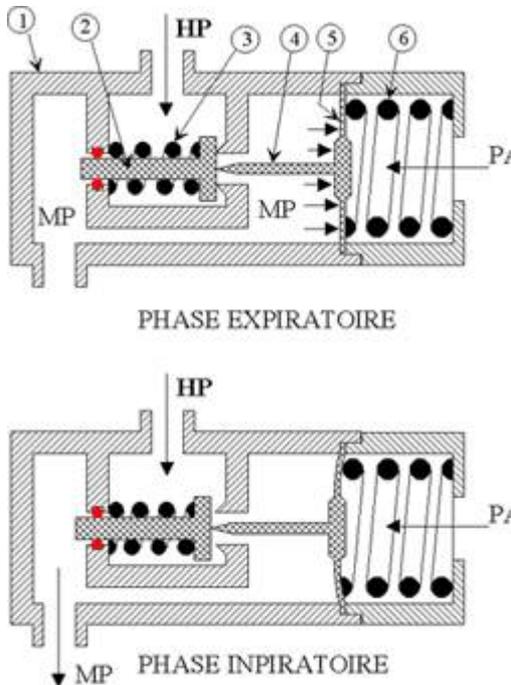
Premier étage à membrane compensé

Description

Voici les principaux composants de cet étage :

- Un corps (1), en laiton chromé, fixé à la bouteille par système étrier ou DIN, permet de connecter les tuyaux haute et moyenne pression. Il est à noter que ces étages peuvent être munis d'une tourelle pivotante sur laquelle on trouve entre 3 et 5 sorties MP. La partie fixe du corps est munie de 1 ou 2 sorties HP.
- le clapet (2), cette pièce peut être composée elle-même de plusieurs pièces mobiles les unes par rapport aux autres. Seule sa fonction est invariable : passage de l'air dans la chambre MP.
- le ressort de clapet (3), sert à maintenir le clapet fermé en phase expiratoire, car le clapet ne peut être actionné qu'en ouverture par le pointeau / membrane,
- le pointeau (4), il est fixé à la membrane d'un côté et en appui sur le clapet de l'autre. Il sert à transmettre au clapet la déformation de la membrane mais seulement en ouverture,

- la membrane (5), en toile armée (type Zodiac), elle se déforme sous l'action des pressions / dépressions qui lui sont appliquées et transmet cette déformation au pointeau,
- le ressort de membrane (6), qui définit la valeur de la MP. Il est à noter que celle-ci est généralement ajustable par l'adjonction d'une vis de réglage qui comprime le ressort.



Fonctionnement

Lorsque l'étage n'est pas raccordé à un bloc, le clapet est maintenu ouvert par l'action du pointeau (le ressort de clapet n'est pas conçu pour s'y opposer). Lors de l'ouverture du bloc, l'air HP passe par le clapet, se détend dans la chambre MP où il repousse la membrane. Dès que la MP est suffisante pour annuler l'effort du pointeau sur le clapet, le ressort de clapet ferme celui-ci. Les choses restent dans cet équilibre tant que l'on inspire pas. Lorsque le plongeur respire, la MP chute ce qui provoque l'ouverture du clapet par l'action du pointeau et ainsi de suite.

Le fonctionnement est identique au 1^{er} étage à piston. Par contre, il n'y a presque plus de joint et surtout plus de **frottement** et donc **moins** d'usure. Bien évidemment, les chambres humides peuvent être isolées du milieu ambiant à l'aide d'un gel silicone et d'un capot ou membrane d'obturation.

Sorties du premier étage



le premier étage du détendeur comprend 2 types de sortie :

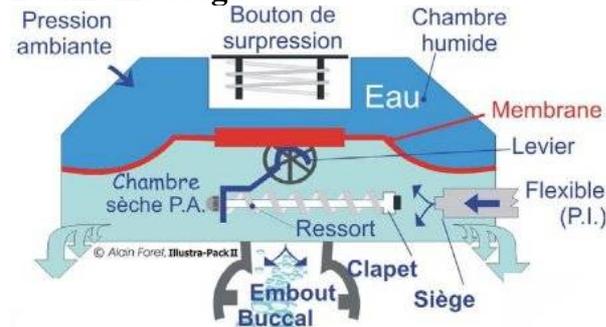
- la haute pression
- la moyenne pression

La **haute pression** est la pression de la bouteille, le **manomètre** sera donc branché sur cette sortie.

La **moyenne pression** correspondant à la pression en sortie du premier étage permet de connecter tous les autres éléments :

- **détendeur principal**
- **détendeur secours** (octopus)
- **flexible du direct system**

Deuxième étage



Description

Le deuxième étage est relié au premier étage par l'intermédiaire du flexible. Il est composé :

- le corps, en matière plastique.
- le clapet, cette pièce peut être composée elle-même de plusieurs pièces mobiles les unes par rapport aux autres. Seule sa fonction est invariable : passage de l'air dans la chambre sèche en P.A.
- le ressort de clapet, sert à maintenir le clapet fermé en phase expiratoire.
- la membrane, elle se déforme sous l'action des pressions / dépressions qui lui sont appliquées et transmet cette déformation à la tige,
- le bouton de surpression, sert à fournir de l'air sur simple appui.

Fonctionnement

Lors d'une inspiration, une dépression créée dans la chambre sèche provoque l'abaissement de la membrane. Cette dernière appuie sur le clapet qui s'écarte de son siège et fournit l'air à la pression ambiante. L'appui sur le bouton de surpression entraîne la même réaction en chaîne. Lorsque l'inspiration cesse, les forces s'équilibrent dans le 2^{ème} et le 1^{er} étage, provoquant la fermeture du mécanisme.

Pannes et entretien

Le détendeur étant composé de nombreuses pièces de mécanique, il est indispensable :

- de le rincer à l'eau douce après chaque plongée.
- de le réviser une fois par an.

Afin d'en prolonger la durée de vie, il ne faut pas :

- mettre en pression brutalement le détendeur.
- exposer le détendeur au soleil, aux chocs, aux corps étrangers (sable, poussière).
- faire tremper le détendeur pour le rincer.
- faire entrer de l'eau dans le 1^{er} étage.
- appuyer sur le bouton de surpression pendant le rinçage.
- lover le flexible serré.
- démonter et réviser le détendeur soi-même (risques, responsabilités).

Critères de choix d'un détendeur

Le choix du détendeur dépend de plusieurs critères :

- détendeur principal ou détendeur de secours
- usage occasionnel ou intensif
- la profondeur
- le froid
- les mélanges de gaz utilisés (air ou nitrox)

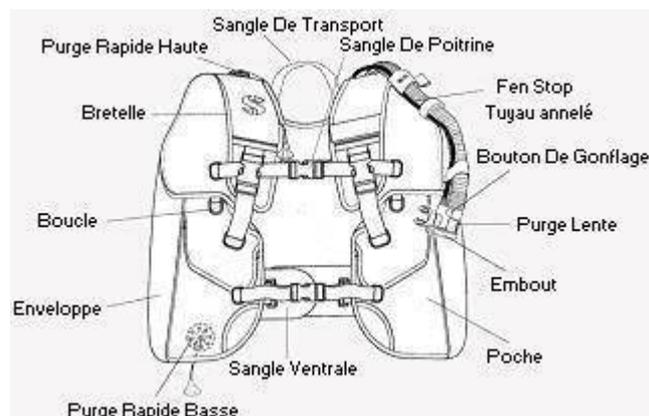
Le gilet stabilisateur



Description

Le gilet permet deux fonctions essentielles :

- tenir la bouteille
- gérer sa flottabilité



Les gilets sont conçus comme des sacs à dos avec des bretelles réglables (sauf les enveloppantes) et une grande sangle ventrale. Certains disposent également d'une sangle de poitrine. La qualité d'un bon gilet est de faire oublier la bouteille dans le dos en étant ajusté au plus près du corps.

Les gilets sont composés d'un tissu extérieur très résistant (cordura, nylon 1500 deniers), et d'un matériau intérieur étanche (résine polyuréthane).

Le **gonflage** du gilet stabilisateur se fait par l'intermédiaire d'un **inflateur** relié à la moyenne pression du premier étage. Le débit de l'inflateur peut varier d'un modèle à l'autre. Afin de vider le gilet de son air, différentes purges sont disponibles. La purge située au niveau de l'inflateur est lente. Des **purges rapides** hautes et basses permettent de **vider le gilet** quelle que soit la position (tête en haut et tête en bas).

En cas d'un gonflage excessif, une **soupape de surpression** permet à l'air de s'échapper et éviter au gilet d'exploser.

Afin de ranger tout le matériel dont le plongeur a besoin, les gilets possèdent des poches (sauf les gilets tek) et des anneaux.

Critères de choix

De nombreux critères entrent en compte :

- utilisation occasionnelle, intensive ou technique
- volume interne (poussée)
- type : enveloppant, réglable ou dorsal
- purges : hautes, basses et Fenstop
- poids
- poches et anneaux

La bouteille



Description

La bouteille est un réservoir qui permet de contenir l'air nécessaire à la plongée.

Son **volume interne** peut varier de quelques litres jusqu'à 18 litres. Les volumes les plus courants sont **12 et 15 litres**.

L'air contenu dans une bouteille gonflée est généralement à une **pression de 200 bars**.

Différentes pressions sont néanmoins possibles : 200, 230 et 300 bars.

Deux technologies sont possibles : **acier** et **aluminium**. Les bouteilles en aluminium sont plus légères et résistent mieux à la corrosion mais elles nécessitent un lestage plus important.

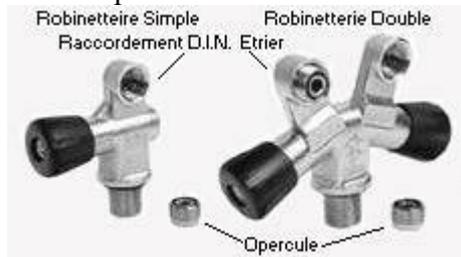
La bouteille est raccordé au premier étage du détendeur au moyen de deux systèmes :

- **étrier**
- à vis de la norme **DIN**

Un opercule permet aisément d'utiliser un des deux systèmes.

Sans l'opercule => détendeur à fixation DIN

Avec l'opercule => détendeur à fixation étrier



Réglementation

Marquage

Sur chaque bouteille et gravé sa **marque d'identité** :

- Fabricant
- Lieu et date de fabrication
- N° de série

- Matière
- Pression d'épreuve
- Volume interne
- Poids à vide
- Marque nationale ou européenne

A cela s'ajoute des **marques de service** :

- Nature du gaz
- Pression de service
- Date de dernière épreuve

Inspections et requalifications

Les bouteilles doivent être inspectées chaque fois que nécessaire et au moins dans les délais réglementaires. Cela consiste en un examen méticuleux des parois par une personne compétente (Technicien d'Inspection Visuelle).

De plus, une bouteille doit subir une **requalification** périodiquement. Cette opération comprend :

- une **inspection visuelle**
- une **épreuve** hydraulique : remplie d'eau, la bouteille est soumise à la pression d'épreuve (PE), soit 1,5 fois sa pression de service (PS). Ces contrôle sont effectué par un organisme autorisé.
- une vérification des accessoires de sécurité.

Pour le **régime général** :

L'intervalle entre **2 inspections** visuelles est de **1 an**.

L'intervalle entre **2 requalifications** est de **2 ans**.

La FFESSM dispose d'une **dérogation** permettant d'espacer l'intervalle entre **2 requalifications à 5 ans**. Pour cela, les bouteilles doivent :

- être inscrite sur le registre du club.
- être inspecté tous les ans par un technicien d'inspection visuelle.

Toutes bouteilles ayant été inspectées par un TIV possède un autocollant ainsi qu'un certificat de visite attestant du contrôle.



Entretien

Afin de préserver la bouteille, il faut :

- rincer régulièrement la bouteille à l'eau douce
- faire réviser la robinetterie au moins une fois par an
- la faire requalifier selon son « régime »
- purger la robinetterie avant chaque gonflage (permet de chasser l'eau)

De même, il ne faut pas :

- exposer une bouteille à la chaleur ou la refroidir brutalement
- exposer aux chocs
- gonfler au delà de la pression de service
- ne pas vider trop rapidement (givrage)
- stocker durablement une bouteille à une pression élevée, ou une bouteille vide robinet ouvert
- démonter ou réviser soi-même le robinet (risques et responsabilités)

Le profondimètre, l'ordinateur de plongée

Afin de bien assurer la procédure de décompression, deux moyens existent :

- la montre + le profondimètre + les tables
- l'ordinateur de plongée

Ces instruments permettent de mesurer la profondeur du plongeur et de déterminer les paliers de décompression (ordinateur). Ils donnent en général la profondeur instantanée et la profondeur max atteinte.

Le profondimètre



Le profondimètre peut être électronique ou mécanique. Ils sont d'un usage occasionnel ou de secours.

Les profondimètres à aiguille indiquent la profondeur instantanée.

Les profondimètres électroniques indiquent la profondeur instantanée, la profondeur maximale atteinte, la durée et la température de l'eau.

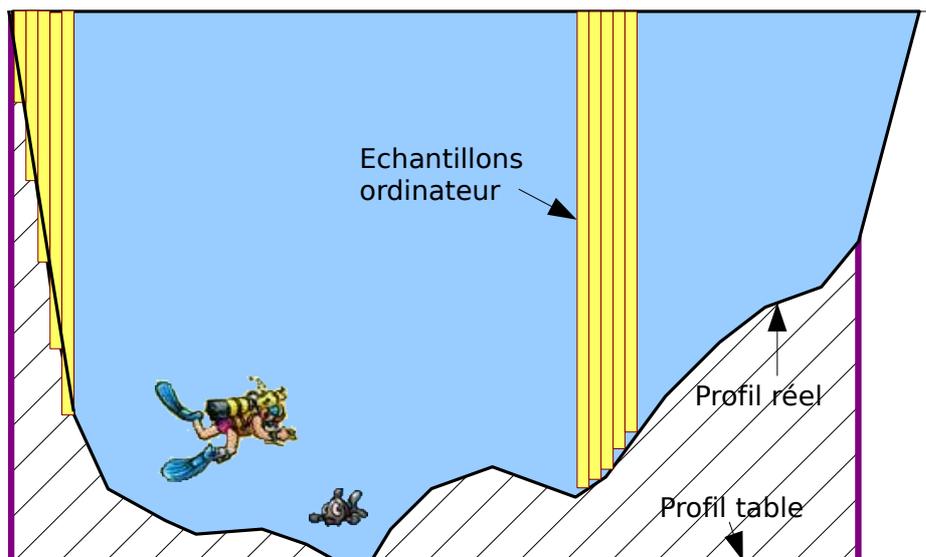
L'ordinateur de plongée

L'ordinateur est exclusivement électronique. Il faut penser à vérifier les piles régulièrement.

Fonctionnement

Contrairement aux tables qui ne tiennent compte que de la profondeur maximale atteinte et de la durée, l'ordinateur de plongée permet de calculer les temps et profondeurs de paliers en temps réel au cours de la plongée.

Pour ce faire l'ordinateur découpe la plongée en échantillons.



Un plongeur doit cependant respecter les **conditions d'utilisation** écrite dans le **manuel utilisateur**. Il est donc indispensable de connaître le fonctionnement de l'ordinateur.

Description

Mis à part des boutons permettant le paramétrage ou l'affichage des paramètres des plongées suivantes, un ordinateur indique :

- La profondeur instantanée ;
- Le temps de la plongée ;
- La profondeur maximale atteinte ;
- Les paliers (temps et profondeur) ou le temps restant sans palier.

Exemple de l'ordinateur Suunto Vyper

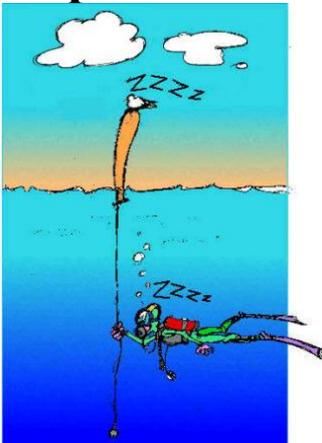


Règle d'utilisation

- Respecter le manuel d'utilisation afin d'en assurer son bon fonctionnement.

- La plupart des ordinateurs fonctionnent sur un modèle autorisant seulement **2 plongées par jour**.
- Ne pas changer de moyen de décompression au cours de la même journée.
 - Si les tables ont été utilisées le matin, elles devront être aussi utilisées l'après-midi.
- Prévoir un **moyen de secours** en cas de panne de l'ordinateur.
 - Disposer de **table + profondimètre + montre**.
 - Utiliser l'ordinateur d'un autre membre de la palanquée en appliquant une **majoration des paliers**.
- **Bien paramétrer** l'ordinateur (air ou mélange, altitude, plongeur à risque).
- Ne pas utiliser l'ordinateur d'un autre.
 - Mémorisation de l'azote résiduel.
- Vérifier le **niveau des piles** avant la mise à l'eau.
- Un ordinateur ne remplace ni la compétence ni le bon sens du plongeur.

Le parachute



C'est un sac étanche muni d'une cordelette de nylon, que le plongeur gonfle d'air lorsqu'il fait ses paliers. Il doit être de couleur vive (orange ou jaune) et sortir très nettement au dessus de la surface. Il permet d'indiquer la position de la palanquée au bateau.

Tout plongeur effectuant une plongée en autonomie doit posséder son parachute.

Par convention, entre les plongeurs et les personnes sur le bateau :

- **un parachute** en surface = **tout va bien**
- **deux parachutes accolés** en surface = **problème**

La lampe ou le phare



La lampe ou le phare permet d'apporter de la lumière dans les fonds sombres de la mer, de révéler les merveilleuses couleurs invisibles à la seule lumière ambiante. La lampe fonctionne le plus souvent avec des piles et le phare contient une batterie d'accumulateurs qu'il faut recharger. Le phare a un pouvoir d'éclairage très supérieur à la lampe, il en existe de différentes puissances (10 W, 20 W, 50 W ...). La durée d'éclairage dépend de la puissance de l'ampoule et du type d'accus.

En plongée de nuit, mieux vaut prévoir un double éclairage (un phare et une lampe).

Sources

www.cdp-plongee.com

www.sous-la-mer.com

lesdauphinsdavignon.free.fr

wikipedia

plongée plaisir niveau 4 (Edition Gap)

plongée plaisir niveau 2 (Edition Gap)

TABLES MN90

Prof.	T	3 m	DTR	GPS	Prof.	T	3 m	DTR	GPS	Prof.	T	3 m	DTR	GPS	Prof.	T	6 m	3 m	DTR	GPS
6	15		1	A	12	1h20		1	H	18	35		2	F	25	5			2	B
	30		1	B		1h25		1	I		40		2	G		10			2	C
	45		1	C		1h30		1	I		45		2	H		15			2	D
	1h15		1	D		1h35		1	J		50		2	H		20			2	E
	1h45		1	E		1h40		1	J		55	1	3	I		25		1	3	F
	2h15		1	F		1h45		1	J		60	5	7	J		30		2	4	H
	3h00		1	G		1h50		1	K		1h05	8	10	J		35		5	7	I
	4h00		1	H		1h55		1	K		1h10	11	13	K		40		10	12	J
	5h15		1	I		2h00		1	K		1h15	14	16	K		45		16	18	J
6h00		1	J	2h10		1	L	1h20	17	19	L	50		21	23	K				
8	15		1	B	2h15		1	L	1h25	21	23	L	55		27	29	L			
	30		1	C	2h20	2	4	L	1h30	23	25	M	60		32	34	L			
	45		1	D	2h30	4	6	M	1h35	26	28	M	1h05		37	39	M			
	60		1	E	2h40	6	8	M	1h40	28	30	M	1h10	1	41	45	M			
	1h30		1	F	2h50	7	9	N	1h45	31	33	N	1h15	4	43	50	N			
	1h45		1	G	3h00	9	11	N	1h50	34	36	N	1h20	7	45	55	N			
	2h15		1	H	3h10	11	13	N	1h55	36	38	N	1h25	9	48	60	O			
	2h45		1	I	3h20	13	15	O	2h00	38	40	O	1h30	11	50	64	O			
	3h15		1	J	3h30	14	16	O	20	5		2	B	28	5			2	B	
4h15		1	K	3h40	15	17	O	10			2	B	10				2	D		
5h00		1	L	3h50	16	18	O	15			2	D	15				2	E		
6h00		1	M	4h00	17	19	O	20			2	D	20			1	4	F		
10	15		1	B	4h10	18	20	P		25		2	E		25		2	5	G	
	30		1	C	4h15	19	21	P		30		2	F		30		6	9	H	
	45		1	D	4h30	22	24	P		35		2	G		35		12	15	I	
	60		1	F	5		1	A		40		2	H		40		19	22	J	
	1h15		1	G	10		1	B		45	1	3	I		45		25	28	K	
	1h45		1	H	15		1	C	50	4	6	I	50		32	35	L			
	2h00		1	I	20		1	C	55	9	11	J	55	2	36	41	M			
	2h15		1	J	25		1	D	60	13	15	K	60	4	40	47	M			
	2h45		1	K	30		1	E	1h05	16	18	K	1h05	8	43	54	N			
12	3h00		1	L	35		1	E	1h10	20	22	L	1h10	11	46	60	N			
	4h00		1	M	40		1	F	1h15	24	26	L	1h15	14	48	65	O			
	4h15		1	N	45		1	G	1h20	27	29	M	1h20	17	50	70	O			
	5h15		1	O	50		1	G	1h25	30	32	M	1h25	20	53	76	O			
	5h30		1	P	55		1	H	1h30	34	36	M	1h30	23	56	82	P			
	6h00	1	2	P	60		1	H	22	5		2	B	30	5			2	B	
	5		1	A	1h05		1	I		10		2	C		10			2	D	
	10		1	B	1h10		1	I		15		2	D		15		1	4	E	
	15		1	B	1h15		1	J		20		2	E		20		2	5	F	
20		1	C	1h20	2	4	J	25			2	F	25			4	7	H		
25		1	C	1h25	4	6	K	30			2	G	30			9	12	I		
30		1	D	1h30	6	8	K	35			2	H	35			17	20	J		
35		1	D	1h35	8	10	L	40		2	4	I	40			24	27	K		
40		1	E	1h40	11	13	L	45		7	9	I	45		1	31	35	L		
18	45		1	E	1h45	13	15	L	50	12	14	J	50	3	36	42	M			
	50		1	F	1h50	15	17	M	55	16	18	K	55	6	39	48	M			
	55		1	F	1h55	17	19	M	60	20	22	K	60	10	43	56	N			
	60		1	G	2h00	18	20	M	1h05	25	27	L	1h05	14	46	63	N			
	1h05		1	G	5		2	B	1h10	29	31	L	1h10	17	48	68	O			
	1h10		1	H	10		2	B	1h15	33	35	M	32	5			3	B		
	1h15		1	H	15		2	C	1h20	37	39	M		10			3	D		
					20		2	D	1h25	41	43	N		15		1	4	E		
					25		2	E	1h30	44	46	N								
				30		2	F													

Prof.	T	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS	Prof.	T	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS	Prof.	T	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	DTR	GPS			
32	20			3	6	G	42	5					3	C	52	30			4	15	41	65	M			
	25			6	9	H		10					2	6		E	35			6	22	47	80	O		
	30			14	17	I		15					5	9		G	40		1	10	26	52	94	O		
	35			22	25	K		20			1	12	17	I		25		2	15	29	59	110	*			
	40		1	29	33	K		25			3	22	29	J		30		5	17	32	64	123	*			
	45		4	34	41	L		30			6	31	41	L		35		8	19	36	71	139	*			
	50		7	39	49	M		35			11	37	52	M		40					1	5			D	
	55		11	43	57	N		40		1	16	43	64	N	45				1	5	11			G		
	60		15	46	64	N		45		3	21	47	75	*	50				4	13	22			I		
	1h05		19	48	70	O		50		6	24	50	84	*	55			1	6	27	39			K		
1h10		23	50	76	O	55		8	29	55	96	*	60			3	11	37	56			M				
35	5				3	C	45	5					3	C	55	30			6	18	44	73	N			
	10				3	D		10					3	7		F	35		1	9	23	50	88	O		
	15			2	5	F		15			1	6	11	H		40		3	12	29	55	104	P			
	20			5	8	H		20			3	15	22	I		45		5	17	31	62	120	*			
	25			11	14	I		25			5	25	34	K		50		8	19	35	69	136	*			
	30		1	20	24	J		30			9	35	48	L		55		12	22	37	76	152	*			
	35		2	27	32	K		35		1	15	40	60	M		58	5				2	7			D	
	40		5	34	42	L		40		3	20	46	73	N	10					2	5	12			G	
	45		9	39	51	M		45		6	24	50	84	*	15				1	4	16	26			J	
	50		14	43	60	N		50		10	28	54	96	*	20				2	7	30	44			K	
	55		18	47	68	N		55		14	30	60	108	*	25				4	13	40	62			M	
	60		22	50	75	O		60	1	18	32	65	121	*	30			1	7	21	46	81			N	
	1h05	2	26	52	84	*		48	5					4	D		35		2	11	26	52	97			O
	1h10	4	28	57	93	*			10					4	8	F	40		5	15	30	59	115			P
38	5				3	C	15				2	7	13	H	45		8	18	33	66	131			*		
	10			1	4	E	20				4	19	27	J	50	1	11	21	37	74	150			*		
	15			4	7	F	25				7	30	41	K	55	3	14	23	39	83	168			*		
	20			8	11	H	30			1	12	37	55	M	60	5				2	7			D		
	25		1	16	21	J	35			3	18	44	70	N		10				2	6	13			G	
	30		3	24	31	K	40			6	23	48	82	O		15			1	4	19	29			J	
	35		5	33	42	L	45			10	27	53	95	*		20			3	8	32	48			L	
	40		10	38	52	M	50		1	14	30	59	109	*		25			5	15	41	66			M	
	45		15	43	62	N	55		2	18	32	64	121	*		30		1	8	22	48	85			O	
	50		20	47	71	N	60		5	19	36	70	135	*		35		4	11	28	54	103			P	
	55	2	23	50	79	O	50		5				1	5	D	40		6	17	30	62	121			P	
	60	5	27	53	89	P			10				4	8	F	45	1	9	19	35	69	139			*	
	1h05	8	29	58	99	*		15			2	9	15	H	50	2	13	22	37	78	158			*		
	1h10	11	31	62	108	*		20			4	22	30	J	55	5	15	24	40	88	178			*		
40	5				3	C		25		1	8	32	46	L	Exceptionnel											
	10			2	5	E		30		2	14	39	60	M	62	5				2	7			*		
	15			4	7	G		35		5	20	45	75	N		10				2	7	14			*	
	20		1	9	14	H		40		9	24	50	88	O		15			1	5	21	33			*	
	25		2	19	25	J		45	1	12	29	55	102	*	65	5				3	8			*		
	30		4	28	36	K		50	2	17	30	62	116	*		10				3	8	16			*	
	35		8	35	47	L		55	5	19	34	67	130	*		15			2	5	24	37			*	
	40		13	40	57	M		52	5				1	5	D	Vitesse de remontée										
	45	1	18	45	68	N			10			1	4	10	F	15 à 17 m/mn										
	50	2	23	48	77	O			15			3	10	18	I											
	55	5	26	52	87	O	20			1	5	23	34	K												
	60	8	29	57	98	P	25			2	9	34	50	L												
	1h05	12	31	61	108	*	GPS : * = plongées successives interdites																			
	1h10	15	33	66	118	*																				

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

		Intervalle en surface												
		0h15	0h30	0h45	1h00	1h30	2h00	2h30	3h00	3h30	4h00	4h30	5h00	5h30
GPS	A	0,84	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	B	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81
	C	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82
	D	0,97	0,95	0,94	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83
	E	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83
	F	1,05	1,03	1,01	0,99	0,96	0,94	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
	G	1,08	1,06	1,04	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87	0,85	0,85
	H	1,13	1,10	1,08	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89	0,88	0,86	0,85
	I	1,17	1,14	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,87	0,86
	J	1,20	1,17	1,14	1,11	1,06	1,02	0,98	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88	0,87
	K	1,25	1,21	1,18	1,15	1,09	1,04	1,01	0,97	0,95	0,92	0,90	0,89	0,87
	L	1,29	1,25	1,21	1,17	1,12	1,07	1,02	0,99	0,96	0,93	0,91	0,89	0,88
	M	1,33	1,29	1,25	1,21	1,14	1,09	1,04	1,01	0,97	0,94	0,92	0,90	0,89
	N	1,37	1,32	1,28	1,24	1,17	1,11	1,06	1,02	0,98	0,95	0,93	0,91	0,89
	O	1,41	1,36	1,32	1,27	1,20	1,13	1,08	1,04	1,00	0,97	0,94	0,92	0,90
	P	1,45	1,40	1,35	1,30	1,22	1,15	1,10	1,05	1,01	0,98	0,95	0,93	0,91

		Intervalle en surface												
		6h00	6h30	7h00	7h30	8h00	8h30	9h00	9h30	10h00	10h30	11h00	11h30	12h00
GPS	A	0,81												
	B	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81								
	C	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81						
	D	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81				
	E	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81			
	F	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
	G	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	
	H	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	I	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	J	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
	K	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
	L	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81	0,81
	M	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
	N	0,88	0,87	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
	O	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81	0,81
	P	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,81	0,81

Tableau II : Détermination de la majoration en minutes

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

		Profondeur de la deuxième plongée									
		38	40	42	45	48	50	52	55	58	60
Azote résiduel	0,82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0,84	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
	0,86	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2
	0,89	5	5	5	4	4	4	4	4	3	3
	0,92	7	7	6	6	5	5	5	5	5	4
	0,95	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5
	0,99	11	11	10	9	9	8	8	8	7	7
	1,03	14	13	12	11	11	10	10	9	9	9
	1,07	16	15	15	13	13	12	12	11	10	10
	1,11	19	18	17	16	15	14	13	13	12	12
	1,16	22	21	20	18	17	16	16	15	14	13
	1,20	24	23	22	20	19	18	18	17	16	15
	1,24	27	26	24	23	21	20	19	18	17	17
	1,29	30	29	27	25	24	23	22	20	19	19
	1,33	33	31	30	28	26	25	24	22	21	20
	1,38	37	35	33	30	28	27	26	24	23	22
1,42	39	37	35	33	30	29	28	26	25	24	
1,45	42	39	37	34	32	31	29	28	26	25	

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

Durée d'inhalation de l'O2

Equiv. Azote résiduel	0h15	0h30	0h45	1h00	1h15	1h30	1h45	2h00	2h15	2h30	2h45	3h00	3h15	3h30	
A	0,84	0,80													
B	0,89	0,85	0,82	0,79											
C	0,93	0,89	0,85	0,82	0,79										
D	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80									
E	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80								
F	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82	0,80							
G	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,90	0,86	0,82	0,80						
H	1,16	1,11	1,06	1,02	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,80					
I	1,20	1,15	1,10	1,05	1,01	0,97	0,93	0,89	0,85	0,81	0,80				
J	1,24	1,19	1,14	1,09	1,04	1,00	0,96	0,92	0,89	0,86	0,81	0,79			
K	1,29	1,24	1,18	1,13	1,08	1,04	0,99	0,95	0,91	0,87	0,84	0,80			
L	1,33	1,27	1,22	1,17	1,12	1,07	1,03	0,99	0,94	0,91	0,86	0,83	0,79		
M	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,06	1,02	0,98	0,93	0,89	0,86	0,82	0,79	
N	1,42	1,36	1,30	1,25	1,19	1,14	1,09	1,05	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,81	0,79
O	1,47	1,41	1,35	1,29	1,24	1,19	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,91	0,88	0,84	0,80
P	1,51	1,45	1,38	1,33	1,27	1,22	1,16	1,11	1,07	1,02	0,98	0,94	0,90	0,86	0,82

G
P
S

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

		Profondeur de remontée												
		6m	8m	10m	12m	15m	18m	20m	22m	25m	28m	30m	32m	35m
P r o f o n d e u r d u 1 e r p a l i e r	sans palier	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3
	3m	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	6m	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
	9m			2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4
	12m				2	3	3	3	3	3	4	4	4	4
	15m					3	3	3	3	4	4	4	4	4

		Profondeur de remontée											
		38m	40m	42m	45m	48m	50m	52m	55m	58m	60m	62m	65m
P r o f o n d e u r d u 1 e r p a l i e r	sans palier	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5
	3m	3	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
	6m	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5
	9m	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
	12m	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6
	15m	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Exercices

Exercices de physique

Exercices de tables

Exercice 1

Robert et Jean-Marc décident de se faire une plongée sur le Donator. Il s'immergent à 9h15 et restent sur le pont à une profondeur de 41m. Malgré la beauté de la plongée ils remontent après 14'.

L'après midi ils replongent ensemble sur le sec des Sarraniers et n'excèdent pas 31 mètres. Ils quittent le fond après 21'.

Quels sont les paramètres de chacune des plongées (paliers, heure de sortie, GPS et majoration)?