



Plan du cours

Votre espace d'évolution 3

Votre matériel nécessaire 4

Notion de pression 5 - 7

Notion de gaz 8 - 10

Votre équilibre dans l'eau 11 - 13

L'air que vous respirez dans l'eau 14 - 15

La dissolution des gaz 16

L'accident de décompression 17 - 18

Les risques liés à la profondeur 19 - 20

Les procédures de remontée 21 - 27

Respecter le milieu 28

Les différents espaces d'évolution

2 ou 3 plongeurs
Niveau 2 sur
autorisation du DP

Jusqu'à 4 plongeurs
Niveau 2 encadrés par
un guide

0m

20m

40m

Le plongeur Niveau 2
peux évoluer de
manière autonome
dans l'espace 0 – 20 m
(sur autorisation d'un
Directeur de Plongée)
et possède aussi les
compétences qui lui
permettent d'évoluer
dans l'espace 0 – 40 m
encadré par un Guide

Le matériel du plongeur Niveau 2

Obligatoire

- Gilet stabilisateur
- Un double détendeur
- Un ordinateur
- Un ordinateur

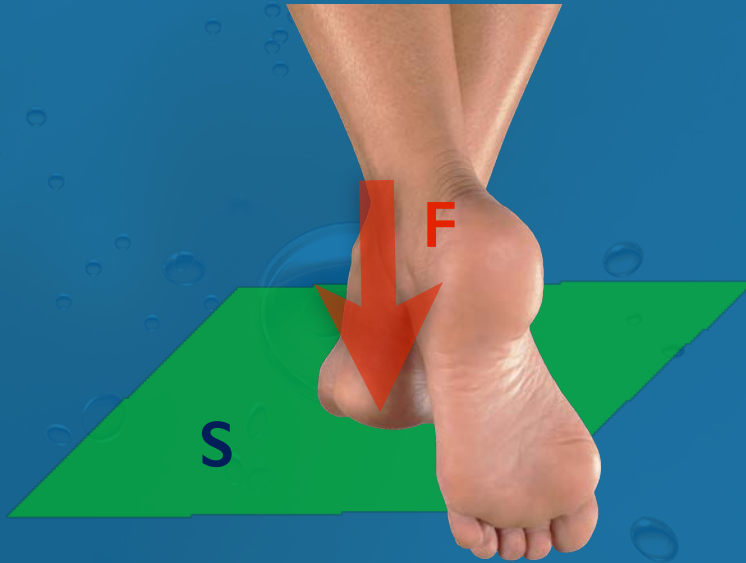


- Un parachute
- Un objet coupant
- Une lampe
- Une lampe

Conseillé

Notion de Pression

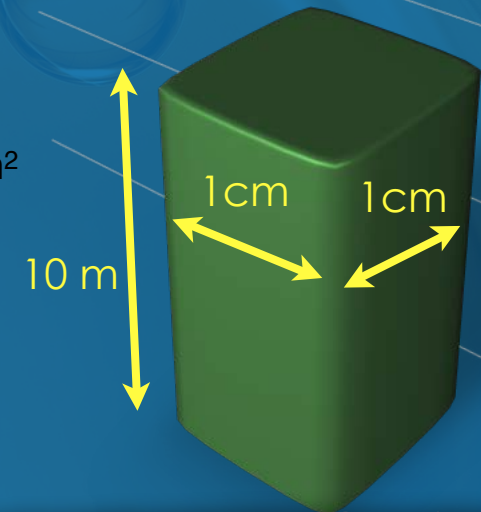
Une pression, c'est une force F qui s'applique sur une surface S



Pression relative

La pression relative (ou pression de l'eau, ou pression hydrostatique) est la pression exercée par le poids de l'eau

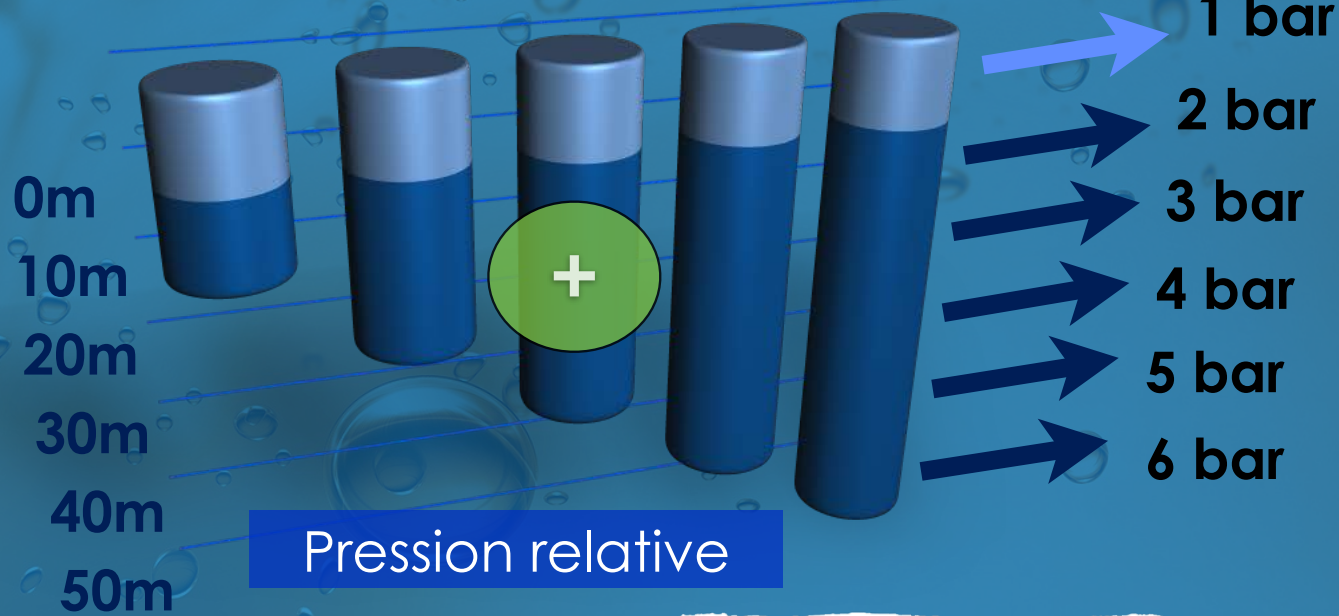
Soit $1000\text{cm} \times 1\text{cm}^2$
= 1000 cm^3
= $1\text{dm}^3 = 1\text{ litre}$.
1 litre d'eau = 1kg



Pression relative = Profondeur(en m) / 10

Notion de Pression

Pression atmosphérique



Pression Absolue

Pression Absolue = Pression atmosphérique + Pression relative

Notion de Pression

Exercices pratiques

Exercice 1 :

Quelle est la pression relative à 25m, 17m et 33m?

Réponse : 2,5 bars, 1,7 bars et 3 bars

Exercice 2 :

Quelle est la pression absolue à 25m, 17m et 33m?

Réponse : $P_{abs} = P_{atm} + P_{rel}$. Soit 3,5 bars, 2,7 bars et 4,3 bars

Notion de gaz (Loi de Mariotte)



Application en plongée:

- Calculer la capacité d'un bloc
- Calculer son autonomie en fonction de la profondeur et de sa consommation
- Comprendre et éviter les accidents mécaniques et de décompression.

Loi et formule:

A température constante, la pression d'un gaz est inversement proportionnelle à son volume.

$$P1 \times V1 = P2 \times V2 = \text{constante}$$

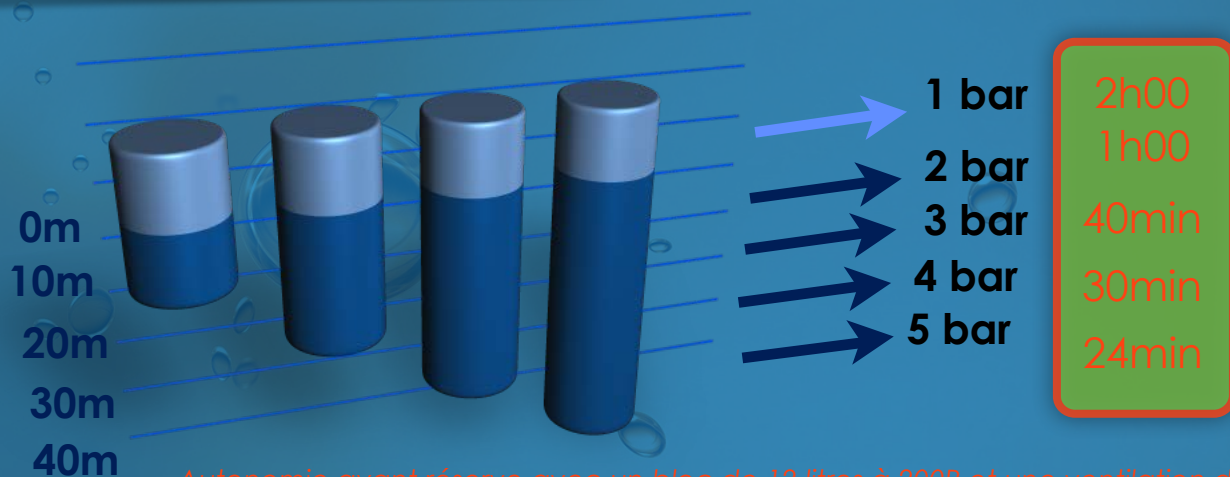
Notion de gaz (Loi de Mariotte)

Conséquence sur la plongée

Si un plongeur consomme 15 litre / minutes en surface, sa consommation au fond sera augmentée proportionnellement à l'augmentation de pression (deux fois plus à 10 mètres qu'à la surface, cinq fois plus à 40 mètres !) car nous respirons de l'air à la pression ambiante.

Dans une bouteille de 12 litres à 200 bars (moins 50 bars non utilisable pour la réserve) je dispose donc de 150 dans une bouteille de 12 litres soit $150 \times 12 = 1800$ litres que je divise par ma consommation de 15 litres/minute soit $1800/15=120$ minutes soit 2 heures d'autonomie en surface.

A 10 mètres ma consommation est la même mais le volume détendu que j'inspire correspond en fait à deux fois celui de la surface donc 30 litres/minutes puisque la pression est doublée, mon autonomie devient donc $1800/30 = 60$ minutes soit 1 heure.



Autonomie avant réserve avec un bloc de 12 litres à 200B et une ventilation de 15 litres/min

Dépassé 20 mètres il faut être beaucoup plus vigilant et remonter avant 50B (plutôt vers 80B car il faut tenir compte de la remontée et des éventuels paliers et avoir 50Bars après les avoir faits).

En cas d'essoufflement la consommation peut être multipliée par 10!

Notion de gaz (Loi de Mariotte)

Exercices pratiques

Exercice 1 :

Un ballon en surface a un volume de 12 litres, quel est son volume à 10 mètres et à 30 mètres?

Réponses : 6 litres et 3 litres.

Exercice 2 :

Un plongeur consomme 20 litres d'air par minute en surface, sa bouteille, d'une capacité de 12 litres, est gonflée à 200 bars. Sa réserve est tarée à 40 bars.

Combien de temps peut-il passer à 20 mètres?

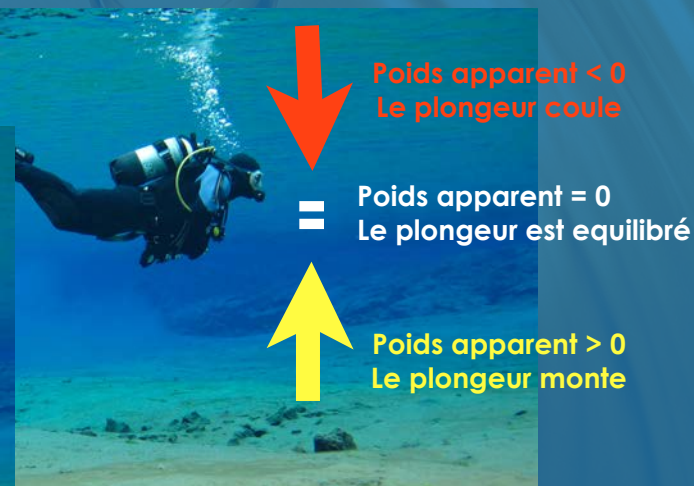
Réponse : 32 minutes.

Le principe d'archimède

Loi et formule:

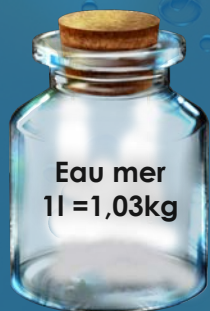
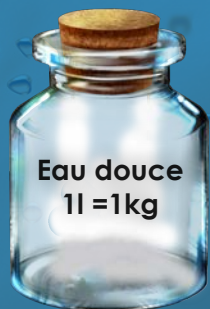
Tout corps plongé dans un liquide reçoit une poussée verticale, dirigée du bas vers le haut, et égale au poids du volume de liquide déplacé.

Poids apparent = Poids réel - Poussée d'Archimède



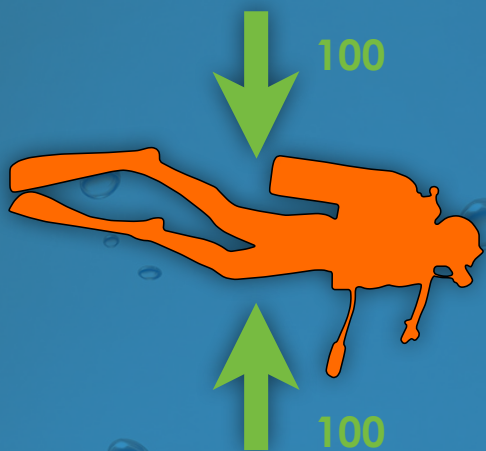
Le principe d'archimède

Notion de densité

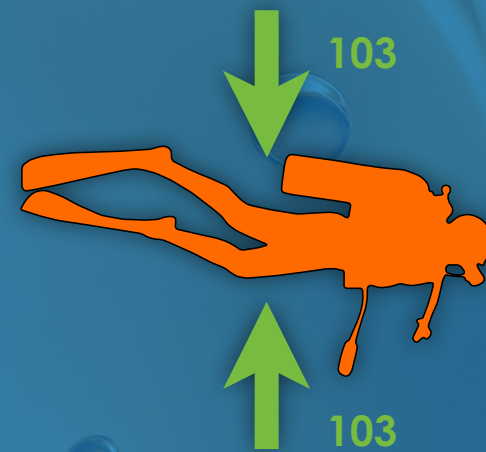


Un plongeur équilibré en eau douce avec 4 kg de plomb, volumes total = 100L

En eau douce équilibre
 $100 \times 1,00 = 100$



En eau de mer équilibre
 $100 \times 1,03 = 103$



Il faut ajouter 3 kilos

Le principe d'archimède

Exercices pratiques

Exercice 1 :

Une amphore a un poids de 32 kg sur Terre pour un volume de 15 dm³ . Quel sera le poids qu'elle aura l'air d'avoir dans l'eau, sachant qu'un litre d'eau pèse 1 kilo? Coule-t-elle ou flotte-t-elle?

Réponse : $P_{app} = +17$ kilos elle coule.

Exercice 2 :

Un plongeur se bricole un boîtier vidéo. Son volume est de 5 dm³ pour un poids de 4kg. Il désire l'équilibrer. Quel lest doit-il ajouter à l'intérieur sachant qu'un litre d'eau a une masse de un kg.

Réponse : $P_{app} = -1$ kilos il faut rajouter un kilo pour que $P_{app} = 0$.

Exercice 3:

Tout équipé au sec, un plongeur a un poids réel de 85 kg pour un volume de 70 dm³ . Il descend à 40 m. Se trouvant trop lourd à cette profondeur, il décide de s'équilibrer à l'aide de sa bouée.

- Quel volume d'air doit-il introduire dans sa bouée ?
- S'il gonfle sa bouée avec une petite bouteille indépendante de 0,4 litre, quelle pression minimale doit il avoir dans cette bouteille pour pouvoir s'équilibrer (1 l d'eau pèse 1 kg) ?

Réponse : a) il faut 15 litres d'air à 40 mètres. b) il faut au minimum 187,5 bars.

Loi de Dalton

Loi et formule:

En immersion, un plongeur respire de l'air ambiant comprimé, donc un mélange de plusieurs gaz.

La loi de Dalton établit une série de règles qui régissent ces mélanges gazeux.

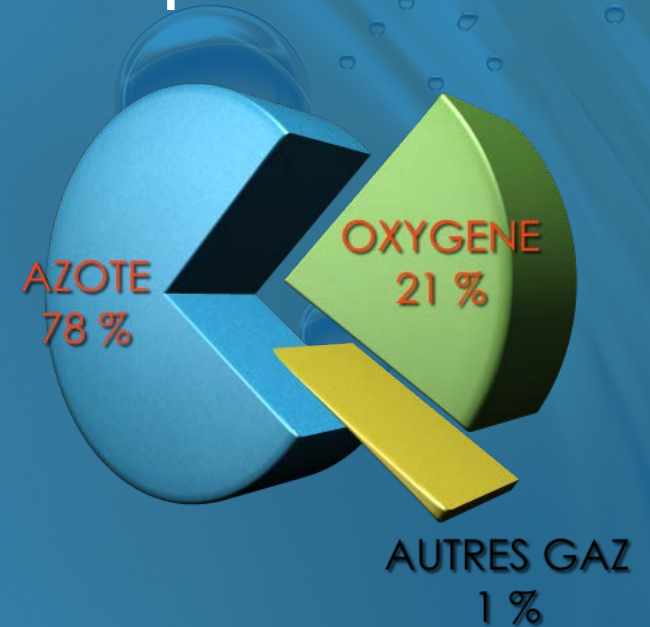
Ces règles sont essentielles car à partir d'une certaine profondeur, chacun des gaz qui composent l'air devient toxique pour l'organisme et peut entraîner des accidents de décompression.

Pression partielle Gaz = Pression absolue x % Gaz

&

Pression absolue = Pression partielle Gaz 1 + Pression partielle Gaz 2

Composition de l'air



Soit 80% d'azote et 20% d'oxygène

Loi de Dalton

Exercices pratiques

Exercice 1 :

L'air étant composé de 80 % d'azote et de 20 % d'oxygène, quelle sera la pression partielle de chacun de ses composants à 40m de profondeur?

Réponse : 4 bars et 1 bar.

Exercice 2 :

En gardant la même composition pour l'air, à quelle profondeur aura-t-on $PPO_2 = 1,7$ bar?

Réponse : 75 mètres.

Exercice 3:

Pour quel mélange O_2 / N_2 a-t-on $PPO_2 = 1,7$ bars à 40 m de fond?

Réponse : 34% d' O_2 et 66% de N_2

Exercice 4:

Quelle est la profondeur d'un plongeur qui respire de l'air dont la pression partielle d'oxygène est de 0,525 bar ?

Réponse : 16,25 mètres

La dissolution des gaz (Loi de Henry)

Descente

Le plongeur respire de l'air comprimé.
L'azote se dissout dans le sang selon la durée de la plongée et sa profondeur .

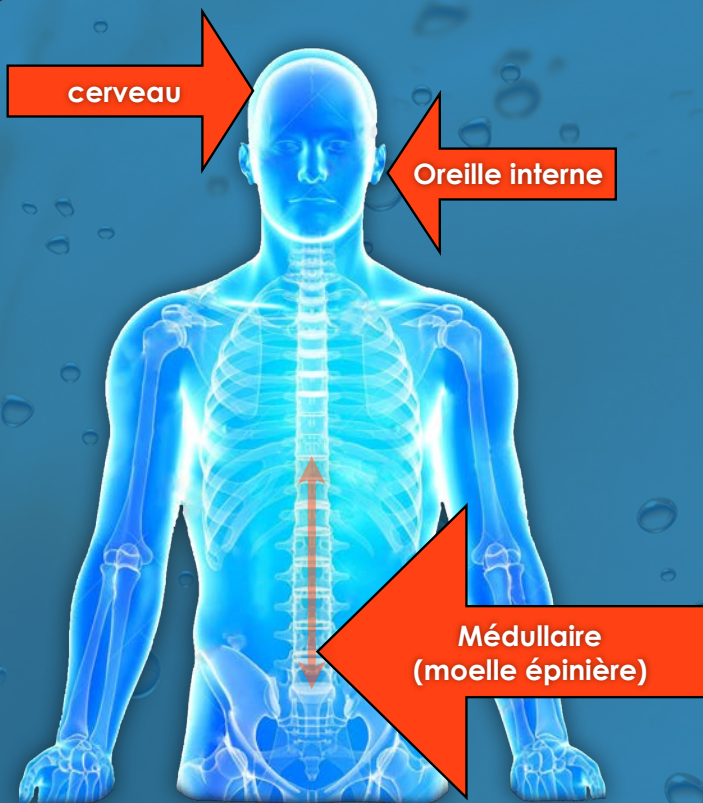
Profondeur

Durée

Remontée
Entre 10 à 17 m/min

L'azote dissous doit être éliminé progressivement
sinon il reprend sa forme gazeuse dans l'organisme

L'accident de décompression ADD



TYPES

SYMPTÔMES

I	Cutanés	Démangeaisons Picotements Plaques, marbrures
	Ostéo-articulaire	Douleurs articulaires (épaule, genoux, coude, hanche)
II	Neurologiques	Fatigues Paralysie Impossibilité d'uriner
	Oreille interne	Vertiges, nausée, surdité Déséquilibre, vomissement
	Pulmonaire	Gêne respiratoire Cyanose, pâleur Perte de connaissance

Les symptômes peuvent apparaître immédiatement mais aussi après la plongée (de quelques minutes à plusieurs heures après) !
Ne pas oublier : pas d'avion ni d'altitude après la plongée !

Eviter les facteurs favorisants:

Une mauvaise condition physique,
La fatigue physique et psychique
La tension nerveuse,
L'essoufflement,
Le froid,
Les médicaments,
La cigarette (augmente la viscosité du sang),
La sédentarité

Eviter les comportements à risque
Eviter les hyperpressions thoraciques, afin d'éviter les shunts cardiaque (FOP) et pulmonaire. (vasalva en remontant)
Eviter les efforts violents après une plongée.
Eviter l'apnée après une plongée.
Pas de monter en altitude.
Ne pas prendre l'avion suite à une plongée.
Profils inversés ,yoyo
Non maîtrise du gilet
Le surlestage

L'accident de décompression ADD

Conduite à tenir face à un ADD

La procédure de secours est d'une urgence absolue (protéger, alerter et secourir), afin que la victime soit prise en charge par les services médicaux adaptés

Protéger

Il est important d'éviter un sur-accident à la victime de l'ADD. pour cela qu'il faut :
Sécuriser la zone, en rangeant et en immobilisant les objets maîtriser les vas et viens autour de l'accidenté
D'abriter l'accidenté des intempéries et du froid.

Alerter

Emettre un message par téléphone (le 15) ou VHF (canal 16) le plus clair et précis possible (lieu, nombre de victimes...). Mais il faut aussi prévenir les autres palanquées pour qu'elles remontent

Secourir

Administer de l'oxygène à 100% :

- Débit 15 litres/minute en inhalation si conscient,
- En insufflation si inconscient.

Réhydrater si conscient:

- eau ou jus de fruit 1 litre/heure (petites prises).

Proposer de l'aspirine :

- 500 mg maximum pour un adulte (si pas d'allergie).

Il est important de remettre aux secours tous les paramètres de la plongée.

Au moindre doute,
prévenir le moniteur
immédiatement

**Ne jamais croire
que cela va passer
tout seul**

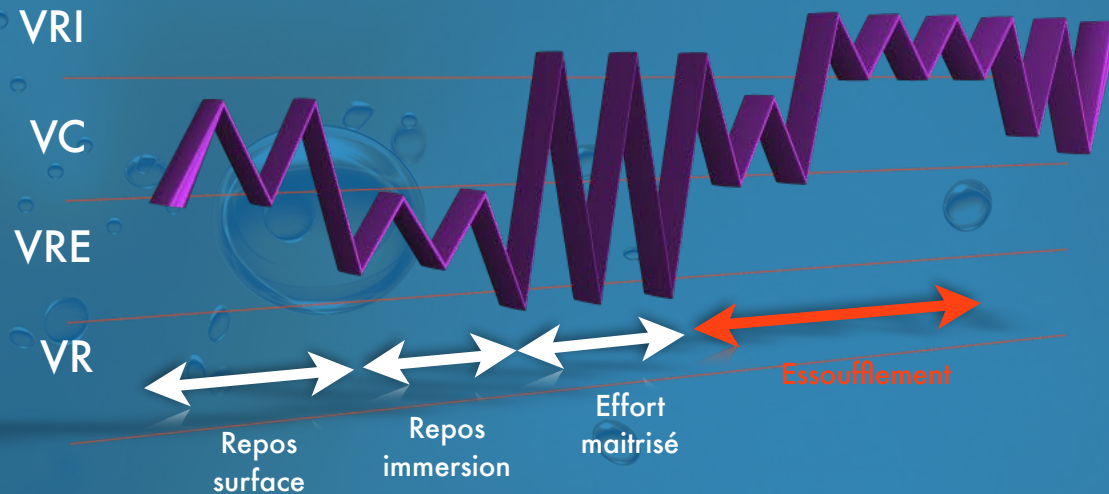
Les risques liés à la profondeur

L'essoufflement

Lors de l'inspiration notre corps utilise l'oxygène dans l'air et évacue du gaz carbonique (CO₂) lors de l'expiration.

Pendant l'effort, le corps augmente l'amplitude et la fréquence ventilatoire

Pendant l'essoufflement, l'organisme se dérègle et nous reclame sans cesse d'inspirer sans nous laisser le temps d'expirer



FACTEURS FAVORISANT

EFFORT
AUGMENTATION VISCOSITE DE L'AIR
AUGMENTATION DES RESISTANCE A
L'EXPIRATION
FACTEURS EMOTIFS, LE STRESS
PROBLEMES MATERIEL
LE FROID

Les risques liés à la profondeur

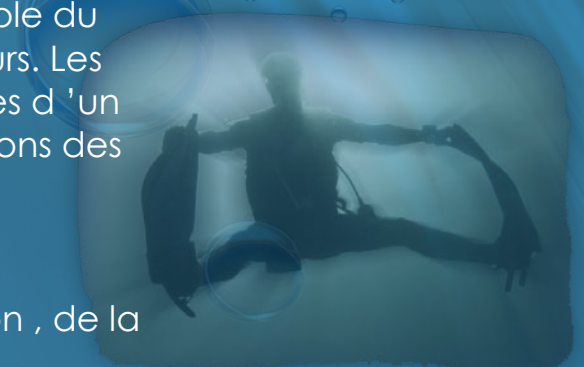
La narcose

Cause

En profondeur, l'augmentation de la Pression partielle d'azote provoque un trouble du système nerveux, encore mal connu, et nommé également ivresse des profondeurs. Les facteurs pouvant provoquer l'apparition de ces troubles sont multiples et variables d'un individu à l'autre, d'un jour à l'autre. On a alors un ralentissement des transmissions des informations, on peut parler de viscosité mentale

Symptômes

Euphorie, anxiété, dialogue intérieur, diminution de l'attention, de la coordination, de la mémoire, troubles visuels (hallucinations)
Comportement incohérent (lâcher d'embout, arrachage du masque ...) pouvant entraîner un accident mortel.



**Pour l'éviter : s'entraîner progressivement à la profondeur, plonger en forme sans descendre trop vite.
Si cela se produit, il suffit généralement de remonter de quelques mètres pour que les effets se dissipent.**

Les procédures de remontée

Les tables de plongée MN90

Les tables MN90 ont été recalculées par la Marine Nationale en 1990 sur un modèle physiologique équivalent à un homme, jeune, en bonne condition physique, ...

Sur les tables on retrouve :

La profondeur maxi atteinte pendant la plongée (6 m, 8 m, 10 m ...),

Le temps de plongée (15 min, 30 min, 45 min, ...),

Les paliers à faire à 9 m, 6 m, 3 m,

Le groupe de plongée successive (A, B, C, D, E, ...), pour permettre de tenir compte de plusieurs plongées enchaînées (deux maxi)

Le nécessaire pour calculer la majoration (une sorte d'handicap) en cas de plongées qui s'enchaînent afin de tenir compte de l'azote résiduel emmagasiné et non complètement éliminé

Les tables sont calculées pour 2 plongées maximum par jour.

La profondeur de 60 mètres est la limite de la plongée sportive.

Les plongées modélisées sont des plongées "carrées", i.e. avec arrivée "immédiate" à la profondeur car on ne sait pas modéliser la descente...

DEFINITIONS : on appelle profondeur la profondeur maxi atteinte et temps de plongée l'intervalle qui sépare la mise à l'eau du moment où l'on quitte le fond à la vitesse de remontée préconisée de 15 à 17 mètres / minute. La DTR ou durée totale de remontée inclus le temps de remontée du fond à 15 m/min et les temps de paliers.

Règle de sécurité : pour le calcul des paliers, on majore toujours le temps de plongée et la profondeur maxi atteinte. On ne minore qu'une chose : l'intervalle entre deux plongées.

Voir les tables de plongée MN90 et leur mode d'emploi.

The image shows three overlapping Beuchat MN90 diving tables. The tables are titled 'BEUCHAT INTERVALLLES' and 'TABLES DE PLONGÉE A L'AIR MARINE NATIONALE 1990'. They provide data for depths of 6m, 8m, 10m, 12m, and 15m. Each table includes columns for 'Prof. Plongée' (depth), 'Durée Plongée' (duration), 'Paliers' (stages), and 'GR' (group). The tables are used to determine the required ascent stages and times for a given depth and duration.

Les procédures de remontée

Utilisation des tables MN90

Les tables MN90 ont été recalculées par la Marine Nationale en 1990 sur un modèle physiologique. En fonction de la profondeur et de la durée, les outils de décompression table ou ordinateur, basés sur les mêmes algorithmes de calcul, indiquent ou non des paliers à effectuer qui sont des stops imposés à certaines profondeurs pendant un certain temps afin de favoriser l'élimination de l'azote en surplus avant de permettre une remontée sans incident...

Une belle façon de dire « au-revoir » à la mer avant de remonter !

**Tant que possible faire un palier de sécurité
En général 3 minutes à 3 ou 5 m**

**Respecter la vitesse de remontée
10 à 15 mètres/min**

Respecter strictement les indications et éviter les profils inversés (commencer par la + grande profondeur), éviter les yo-yo (montées/descentes), pas d'apnée entre les plongées, pas d'altitude ni d'avion dans les 24h qui suivent la plongée...

S'abstenir si on est pas en forme !

Les procédures de remontée

Les tables de plongée MN90

Les plongées dites « consécutives » avec les MN90

Plongées en mode consécutif: deux plongées dont l'intervalle est strictement inférieur à 15 minutes.

- Si l'intervalle passé entre deux plongées est strictement inférieur à 15 minutes, on considère qu'il s'agit d'une seule et même plongée.

On entre dans la table avec comme durée de plongée la somme des durées des deux plongées, et comme profondeur la profondeur maximale atteinte au cours des deux plongées.

Les plongées dites « successives » avec les MN90

- Plongées successives : 2 plongées dont l'intervalle est compris entre 15 min et 12 heures.
- Le groupe auquel appartient la plongée effectuée est caractérisé par une lettre. Ce groupe permet de programmer les plongées successives et de calculer leur décompression.
- Majoration : temps qu'il faudrait passer à la profondeur de la 2e plongée pour avoir la même quantité d'azote dissous.
- Si la durée exacte de l'intervalle ne se trouve pas dans le tableau I, prendre la valeur immédiatement inférieure.
- Si la valeur de la tension d'azote résiduel ne se trouve pas dans la première colonne du tableau II, prendre la valeur immédiatement supérieure.
- Si la profondeur de la deuxième plongée ne se trouve pas dans le tableau II, prendre la profondeur immédiatement supérieure, car ce sera celle qui sera prise en compte pour la décompression.

Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est supérieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée ; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur réellement atteinte.

- Si au cours de la plongée successive la profondeur maximale atteinte est inférieure à celle qui a été retenue pour le calcul de la majoration, le plongeur conserve la majoration calculée ; le calcul est effectué avec la durée fictive et la profondeur utilisée pour le calcul.

Les procédures de remontée

Les tables de plongée MN90

Cas particuliers d'utilisation des MN90

Remontée lente jusqu'au premier palier

Définition : vitesse de remontée jusqu'à l'éventuel premier palier strictement inférieure à 15 à 17 mètres par min.

- Ce qu'il faut faire : majorer la durée de plongée de la durée de remontée jusqu'au premier palier.

Palier interrompu

- Définition : non-exécution ou mauvaise exécution d'un palier.
- Ce qu'il faut faire : replonger au palier interrompu et le refaire entièrement.

Remontée rapide :

Remontée à une vitesse supérieure à 15 à 17 mètres par min. Les paliers ont été exécutés ou non.

- Ce qu'il faut faire (seulement dans le cas où la réimmersion est possible en moins de 3 min) : replonger à la demi-profondeur (moitié de la profondeur prise en compte pour rentrer dans la table) ; palier de 5 min à la demi-profondeur ; durée de la plongée : du début de la plongée initiale à la fin du palier à la demiprofondeur ; au minimum un palier de 2 min à 3 mètres.

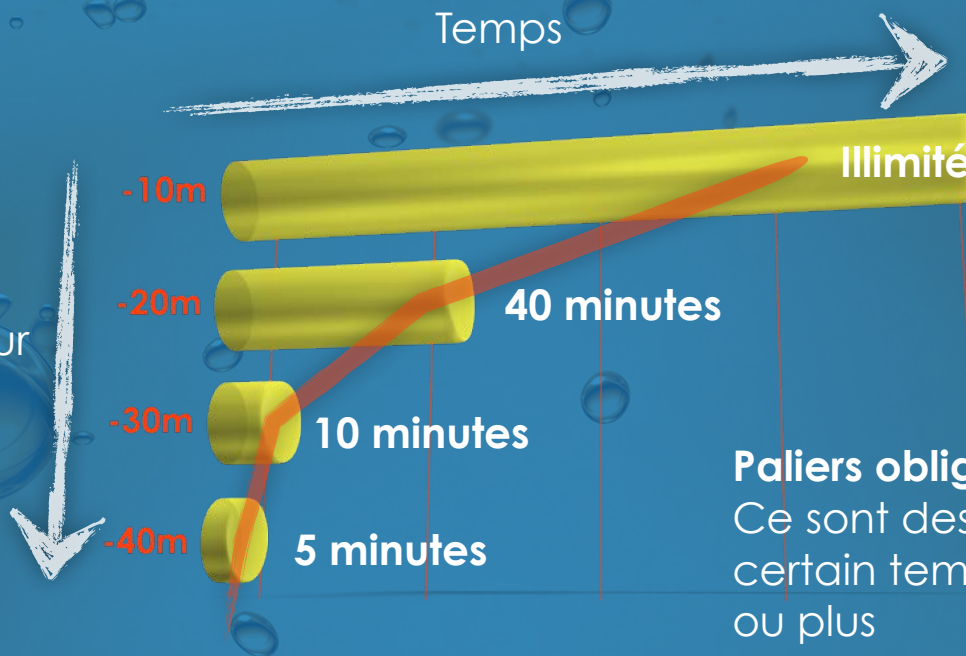
Les procédures de remontée

La courbe de sécurité tables MN90

Augmenter
sa sécurité

Plonger
sans palier

Profondeur



Paliers obligatoire

Ce sont des stops à faire pendant un certain temps calculé à 3, 6, 9 mètres ou plus

Les procédures de remontée

Exercices pratiques

Exercice n°1 :

Un plongeur s'immerge à HD = 9h00 (HD = Heure de Départ). Il descend à PR=32 mètres et amorce sa remontée à 9h40. Paliers, Heures de sortie (HS), Groupe de plongée?

Exercice n° 2 :

Un plongeur s'immerge à HD = 8h30. Il descend à PR=43 mètres et amorce sa remontée à 8h50. Paliers, Heures de sortie, Groupe de plongée?

Exercice n°3 :

Un plongeur s'immerge à 9h00. Il descend à 37 mètres et amorce sa remontée à 9h15. Il remonte le long d'un tombant et arrive à 15 m à 9h26 avant de remonter vers la surface. Paliers, Heures de sortie, Groupe de plongée?

Exercice n°4 :

Un plongeur s'immerge à 10h00. Il descend à 40 mètres. A 10h18, il tombe en panne d'air et percute sa P.A. Il perce la surface, change de bloc et arrive au premier palier à 10h21. Paliers, Heures de sortie, Groupe de plongée?

Exercice n°5 :

Un plongeur s'immerge à 9h00. Il descend à 46 mètres. Il amorce sa remontée à 9h16. Il se réimmerge à 12h00 et descend à 35 mètres pour amorcer sa remontée à 12h28. Paliers, Heures de sortie, Groupe de plongée?

Les procédures de remontée

L'ordinateur de plongée

Il indique principalement la durée d'immersion, la profondeur instantanée, la profondeur max...

Mais surtout le temps restant sans décompression (la courbe de sécurité réactualisé constamment en fonction de votre historique de plongée) ou No Dec Time : dès que celui-ci approche de zéro, on va bientôt entrer dans la plongée avec paliers...

L'affichage indique alors le temps de décompression (temps de paliers à faire) ou Dec Time ainsi que la profondeur à laquelle doit se faire cette décompression (3, 6, 9 mètres ou plus...)

L'immense avantage de l'ordinateur est de tenir compte de votre parcours personnalisé (vos plongées précédentes + votre parcours de plongée) afin d'établir une courbe et des calculs précis de plongée... Il est ainsi facile de faire des plongées optimisées avec un minimum voire pas du tout de décompression.

L'ordinateur indique aussi le temps à attendre avant de prendre l'avion

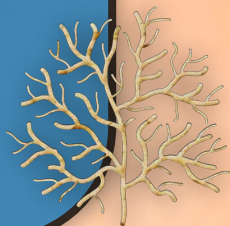
Penser à bien lire votre notice pour comprendre utilisation et restrictions !



Respecter le milieu

Respecter l'environnement :

Ne rien toucher ni remonter, attention à ne pas donner de coups de palme sur les coraux ou les rochers tous recouverts de faune fixée.



Accepter les contraintes du milieu :

Froid : bien se couvrir pour les trajets en bateau

Chaud : penser au chapeau et à la crème solaire, à l'hydratation

Courant : ne pas forcer, s'accrocher, nager près du fond

Houle : médicament de type Mercalm pour éviter le mal de mer, détendeur et masque sur le visage en surface pour éviter de « boire la tasse »

Visibilité : rester proche du groupe pour éviter de le perdre de vue

ENVIRONNEMENT



Après le Niveau 2

Profitez bien de votre nouveau diplôme

et plongez plongez plongez !