



Le milieu et son impact sur le plongeur



Objectif :

Comprendre les notions physiques simples qui interviennent en plongée, pour adapter son comportement et acquérir les bonnes techniques.

QU'EST-CE QUI CHANGE QUAND ON EST DANS L'EAU ?

Les actions et interactions abordées :

- 1) Notions sur les pressions / volumes,
- 2) Se ventiler,
- 3) Flotter, s'équilibrer
- 4) Observer,
- 5) Entendre,
- 6) Communiquer,
- 7) Se protéger.



1) Notions sur les pressions/volumes



En surface, notre corps subit la pression exercée par le poids de l'air :

PRESSION ATMOSPHERIQUE d'une valeur arrondie à 1 bar .

(elle se mesure au niveau de la mer, et diminue donc lorsque l'on monte en altitude)

la

Sous la surface, vient s'ajouter la pression exercée par le poids de l'eau,

PRESSION HYDROSTATIQUE (ou pression relative) d'une valeur d'1 bar par tranche de 10 m .

la

La somme de ces pressions est la pression absolue :

PRESSION ABSOLUE = Pression atmosphérique + pression hydrostatique

Quand je descends en profondeur:

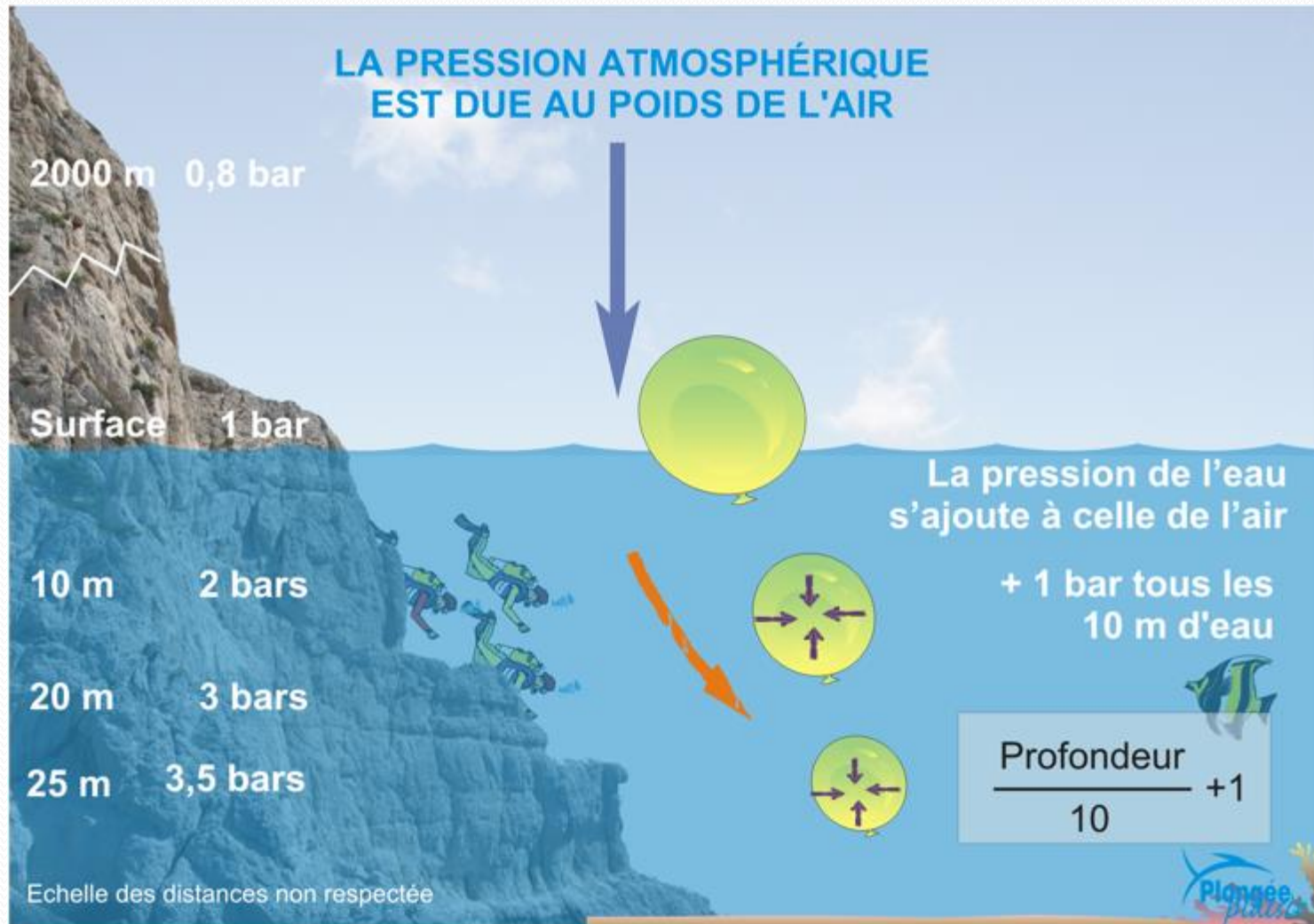
la pression augmente, et le volume diminue.

Quand je remonte vers la surface :

la pression diminue, et le volume augmente.



1) Notions sur les pressions/volumes



1) Notions sur les pressions/volumes



On peut constater que :

- la pression double entre la surface et 10 m de profondeur (2 bars)
- la pression triple entre la surface et 20 m de profondeur (3 bars)

Si l'on se concentre sur **l'écart de pression**:

- il est plus important entre 0 et - 10 m (x 2)
- il est moins significatif entre -10 m et - 20 m (x 1,5)

Le plongeur subit donc les plus grosses variations de pression et de volume, à la descente comme à la remontée, dans la zone des - 10 m .

IL FAUT DONC :

Evoluer à la vitesse indiquée par le moniteur,

A la descente, équilibrer ses oreilles dès les premiers mètres, souffler dans le masque par le nez pour éviter le placage de masque.

A la remontée, bien ventiler sans jamais bloquer sa respiration (risque de surpression pulmonaire).



2) Se ventiler



Au quotidien :

Nous respirons naturellement, avec une consommation d'air, au repos : de l'ordre de 6 l/min, pour un adulte.

Notre organisme utilise l'oxygène contenu dans l'air, et rejette le gaz carbonique produit.

Cette consommation augmente avec notre **activité physique** :

de l'ordre de 12 à 20 l/min lorsque nous marchons, suivant les individus.

En plongée:

Grâce à notre **détendeur**, nous pouvons **ventiler (inspirer et expirer) sur le même rythme**, en puisant dans la quantité d'air contenu dans notre bouteille (exemple : bloc de 12 l gonflé à 200 bars)

Ce stock d'air est limité : c'est le paramètre principal qui fixe la durée de notre plongée.

2) Se ventiler



Nous pouvons vérifier, à tout moment, la quantité d'air restant dans notre bouteille, en lisant la pression sur le **manomètre**.

Durant la plongée, votre Guide de Palanquée ou moniteur, vous demandera de lui indiquer cette information.

De vous-même, vous devez surveiller votre stock d'air et lui indiquer :



1) la pression du bloc **avant** de vous immerger :



2) quand je suis à « **mi – pression** » (100 b) :



3) si je suis « **sur réserve** » (50 b) :



2) Se ventiler



La consommation d'air est, en moyenne et suivant les plongeurs, de l'ordre de 15 à 20 l / min.

Elle augmente avec la profondeur.

En surface nous avons 1 bar de pression :
consommation d'air identique.

A 10 m de profondeur, avec 2 bars de pression :
consommation d'air multipliée par 2.

A 20 m de profondeur, avec 3 bars de pression,
consommation d'air multipliée par 3.

POURQUOI ?

Notre détendeur est conçu pour nous délivrer de l'air à la pression ambiante.

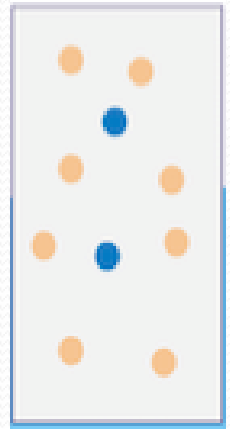
exemple à 20 m de profondeur : la pression est de 3 bars.

L'air délivré par notre détendeur est donc comprimé à 3 bars.

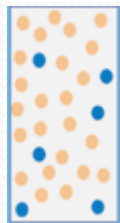
A chaque inspiration, nous recevons 3 fois plus d'air qu'en surface.

=> pour une consommation en surface de : 20 l / min ,

=> la consommation à 20 m de profondeur sera de : 60 l / min .



1 l d'air à 1 bar



1 l d'air à 3 bar

2) Se ventiler

Avec la profondeur :

1) l'air délivré par le détendeur devient plus dense (plus visqueux)

- => **Inspirer** et **souffler** demandent un effort

2) la pression augmente

- => effet sur notre volume thoracique

- => **Inspirer** et **souffler** demandent un effort

>> APPRENDRE A VENTILER EN DOSANT CET EFFORT



2) Se ventiler



Favoriser une ventilation ample:

Si nous augmentons la fréquence de notre ventilation (effort, palmage, gestes parasites, stress, froid...), nous épuisons plus rapidement notre quantité d'air disponible, et notre respiration devient moins efficace (mauvaise évacuation du CO₂ produit), ce qui peut conduire à **être essoufflé** (même sensation que de monter les escaliers « 4 à 4 », sur 5 étages!).

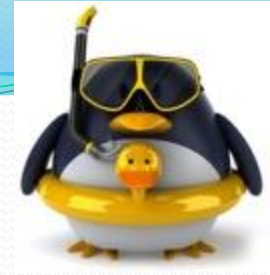
Il faut alors reprendre le contrôle de sa ventilation en faisant des expirations plus longues, et cesser tout effort physique.

En résumé, notre consommation d'air et donc notre autonomie dépendent de :

- **La durée de la plongée,**
- **La profondeur de la plongée,**
- **Notre ventilation et de l'effort fourni au cours de la plongée.**



3) Flotter, s'équilibrer



Une bouée gonflée flotte en surface.

Si on l'enfonce dans l'eau, elle va remonter à la surface, repoussée par l'eau.

Si on la dégonfle avant de l'enfoncer dans l'eau, elle ne remontera pas.

Nous avons modifié son volume, et l'eau n'exerce plus sa poussée vers le haut .

C'est le rapport entre le volume et le poids qui donne la flottabilité.



3) Flotter, s'équilibrer

Un nageur flotte en position horizontale et peut s'enfoncer dans l'eau en prenant une position verticale (en phoque, en canard) :



- lorsque le poids du corps est réparti sur une plus grande surface, la résistance de l'eau est instantanément plus forte.
le nageur « pèse » moins lourd => il flotte.

- lorsque le poids du corps s'exerce sur une plus petite surface, la résistance de l'eau est instantanément plus faible.
le nageur « pèse » plus lourd => il s'immerge.

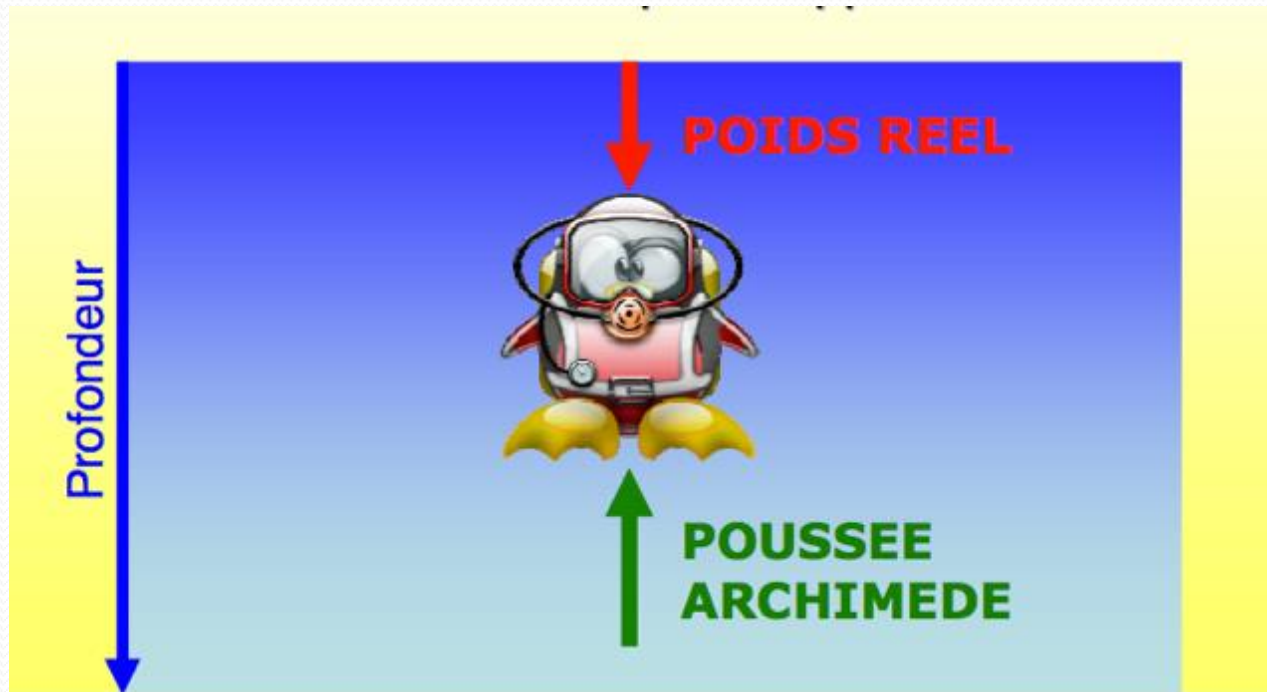


La position agit sur la flottabilité.

3) Flotter, s'équilibrer

Lorsqu'un plongeur s'immerge, cela met en jeu **2 forces** qui s'opposent :

- le **poids réel**, qui a tendance à le faire couler,
- la **poussée de l'eau**, aussi appelée **poussée d'Archimède**, liée à notre volume.

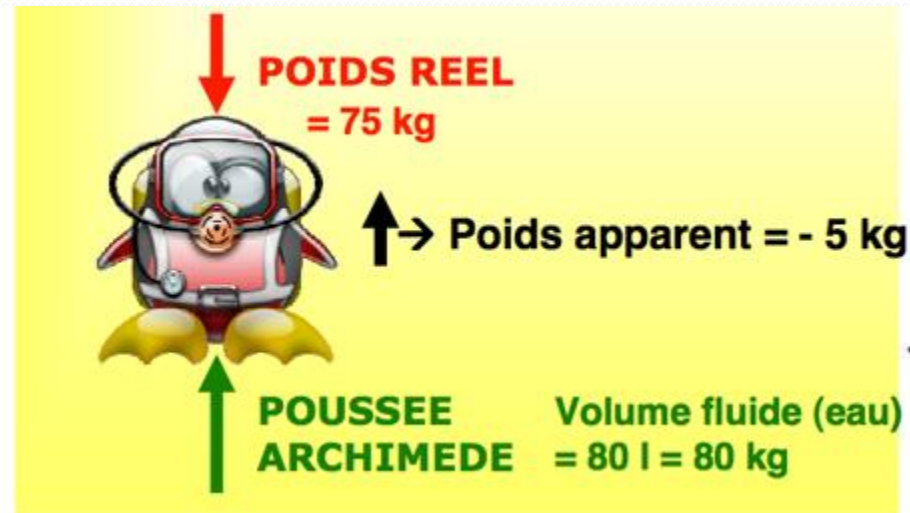


3) Flotter, s'équilibrer

Poids réel : *produit de la masse et de la gravité, retenons par simplification que c'est le poids qu'indique le pèse personne.*

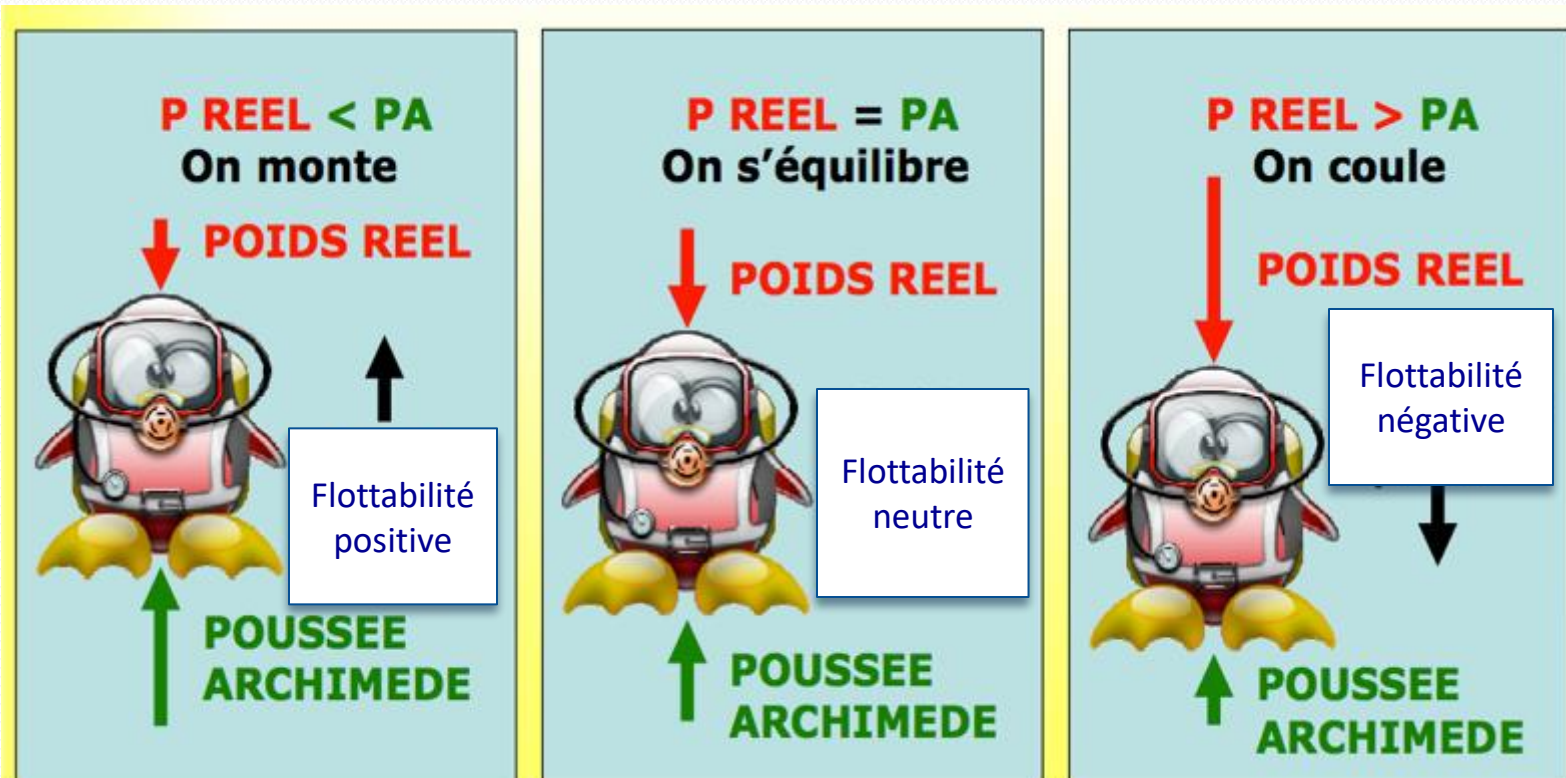
Poussée d'Archimède : *tout corps plongé dans un fluide subit de la part de celui-ci une poussée verticale, exercée du bas vers le haut, égale au poids du volume du fluide déplacé.*

Poids apparent = Poids réel – Poussée d'Archimède



3) Flotter, s'équilibrer

Correctement équilibré, le plongeur est en flottabilité nulle ou neutre ;
Lorsque la poussée d'Archimède est plus forte, on monte, on est en flottabilité positive.
Lorsque le poids réel est plus fort, on descend, on est en flottabilité négative.



3) Flotter, s'équilibrer



Pour s'immerger, le plongeur peut agir sur :

- 1) son poids réel : **en ajoutant un lestage.**
- 2) son volume : **en expirant , en purgeant le gilet stabilisateur.**
- 3) **sa position : VERTICALE**, en diminuant la surface d'appui pour offrir moins de résistance à l'eau.

Le lestage s'ajuste en fonction des données suivantes :

-le poids et le volume du plongeur

-la combinaison

-le poids de la bouteille (à noter que le poids de la bouteille diminue au cours de la plongée, en fonction de notre consommation d'air)

-la salinité de l'eau : la poussée d'Archimède est plus importante en mer qu'en eau douce.

3) Flotter, s'équilibrer



Halte aux idées reçues : la ceinture de plombs ne sert pas à couler !

En fosse, dans de l'eau à 28 °C, nous n'utilisons **pas de combinaison de plongée**, et donc **pas de lestage**.

En milieu naturel (lac, mer), l'eau est moins chaude, et nous utilisons donc une combinaison de plongée. Elle augmente notre volume et agit comme une bouée lorsqu'on est en surface, sans scaphandre.

C'est **pour neutraliser cette flottabilité** que **nous ajoutons le lestage** ;

Finalement, **la ceinture de plombs sert à s'équilibrer** !

3) Flotter, s'équilibrer



Pour descendre, le plongeur peut agir sur :

- 1) **sa position : VERTICALE**, en diminuant la surface d'appui pour offrir moins de résistance à l'eau
- 2) son volume : **en expirant (poumon ballast)**
- 3) sa propulsion : **en palmant.**

3) Flotter, s'équilibrer



Pour s'équilibrer dans l'eau, le plongeur peut agir sur :

1) son poids réel : **en ajustant le lestage.**

2) son volume : **en réglant avec le poumon ballast, le gilet stabilisateur.**

3) sa position :

- **HORIZONTALE** ou **INCLINEE**, pour se propulser et évoluer en exploration,
- **VERTICALE**, en statique, si le fond le permet.

3) Flotter, s'équilibrer



Pour remonter, le plongeur correctement équilibré peut enclencher le mouvement sur un simple coup de palme, une inspiration.

Pour rejoindre la surface en toute sécurité, bien penser à:

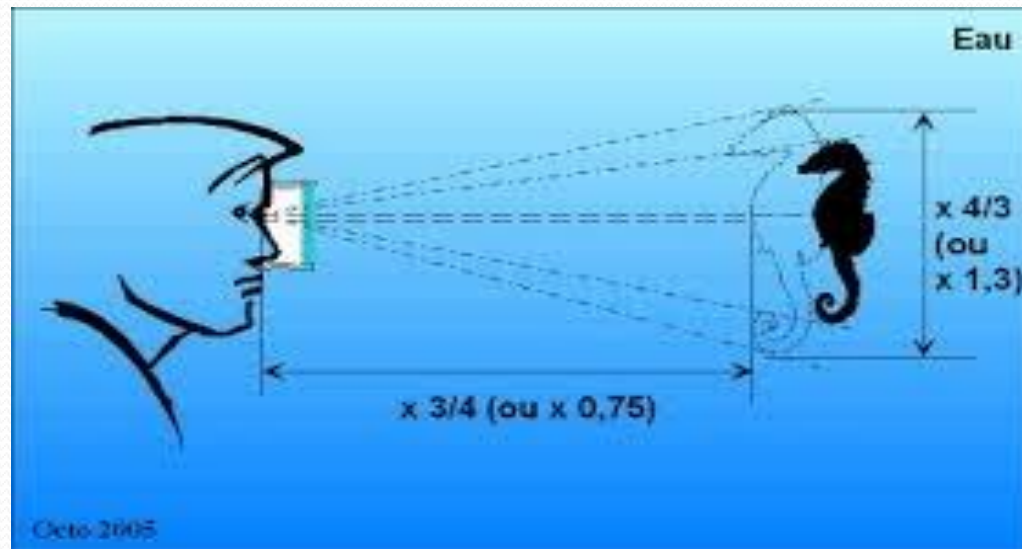
- 1) **laisser s'échapper l'air de ses poumons, purger au fur et à mesure le gilet stabilisateur.**
- 2) **se tenir en position verticale, à hauteur du moniteur sans le dépasser pour mieux contrôler sa vitesse de remontée.**

4) Observer



Dans l'eau, sans masque notre vision est « trouble » :
l'image se forme derrière notre rétine.

Avec un masque réglé à notre vue terrestre, nous retrouvons une image nette, mais les objets nous apparaissent **plus gros** ($\times 4/3$) et **plus proches** ($\times 3/4$).



Attention à ne pas s'éloigner du moniteur qui peut sembler plus proche qu'il n'est en réalité.

4) Observer



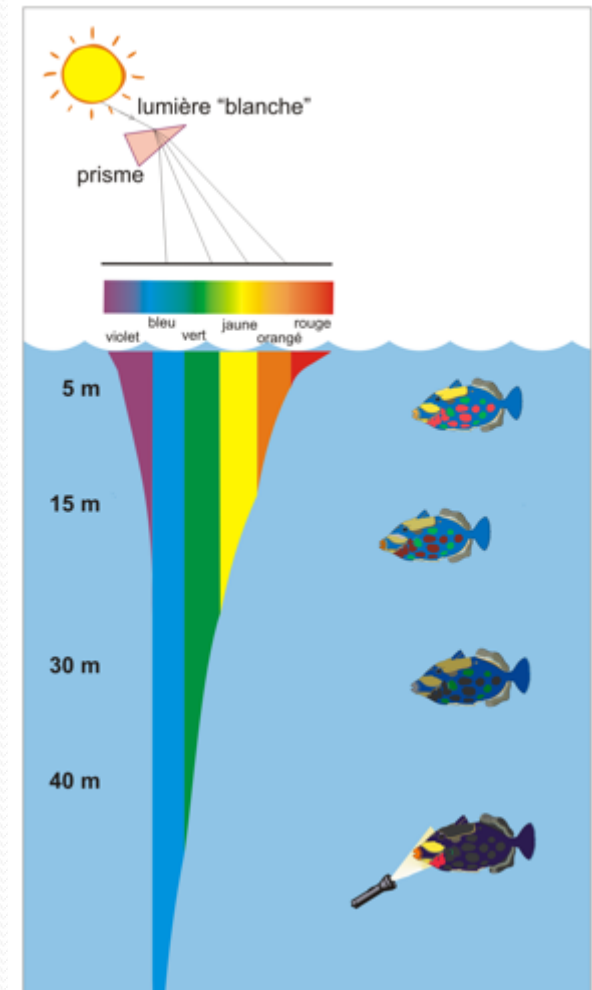
Les rayons lumineux sont en partie réfléchis par la surface et en partie absorbés par l'eau :

Au fil de la descente, la luminosité baisse et les couleurs disparaissent, pour ne laisser progressivement la place qu'au bleu, de plus en plus sombre.

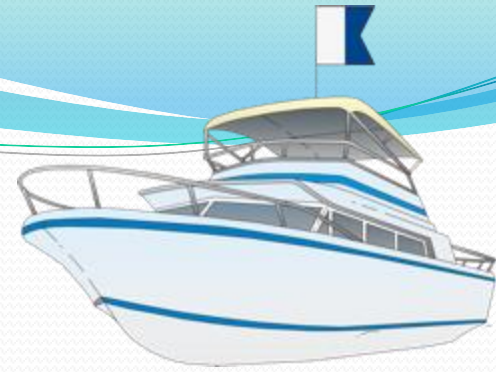
L'utilisation d'une lampe permet de retrouver les couleurs des sujets: à manier avec tact par respect pour la faune et la flore (ou les yeux de votre équipier!).

Une eau chargée en particules diffusera moins bien la lumière (rendra la lampe inefficace) et apparaîtra plus verte que bleue.

Lorsque la visibilité est réduite, on réduit les distances entre plongeurs d'une même palanquée.



5) Entendre



La vitesse de propagation d'un son est **4,5 fois plus rapide dans l'eau** que dans l'air !

- **330 m/s** dans l'air

- **1500 m/s** dans l'eau

Dans l'eau, cette vitesse élevée empêche nos oreilles d'établir l'écart entre oreille droite et gauche, pour déterminer d'où vient le son; on ressent plutôt une vibration diffuse.

La localisation des sons dans l'eau étant hasardeuse, **les plongeurs effectuent systématiquement un tour d'horizon avant de faire surface**, pour s'assurer que la voie est libre !

6) Communiquer



Montre ton mano



J'ai 100 bar



50 b: je suis sur réserve



Souffle



Fin



Panne d'air

6) Communiquer



Ça ne va pas



OK ? ou OK!



J'ai froid



Remonte



Descend



Maintien palier

7) Se protéger

En surface :

- le soleil,
- le froid, l'humidité, le vent,
- la houle,
- le relief,
- les embarcations à moteur ou sans.

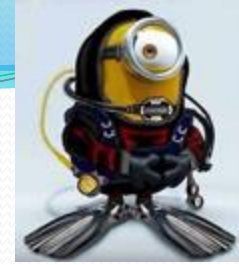


Sous l'eau :

- la température,
- marées et courant,
- ce qui pique, brûle, mord, coupe.
- les lignes ou filets de pêcheur, les tôles, les goulets étroits, les poches d'air des grottes.

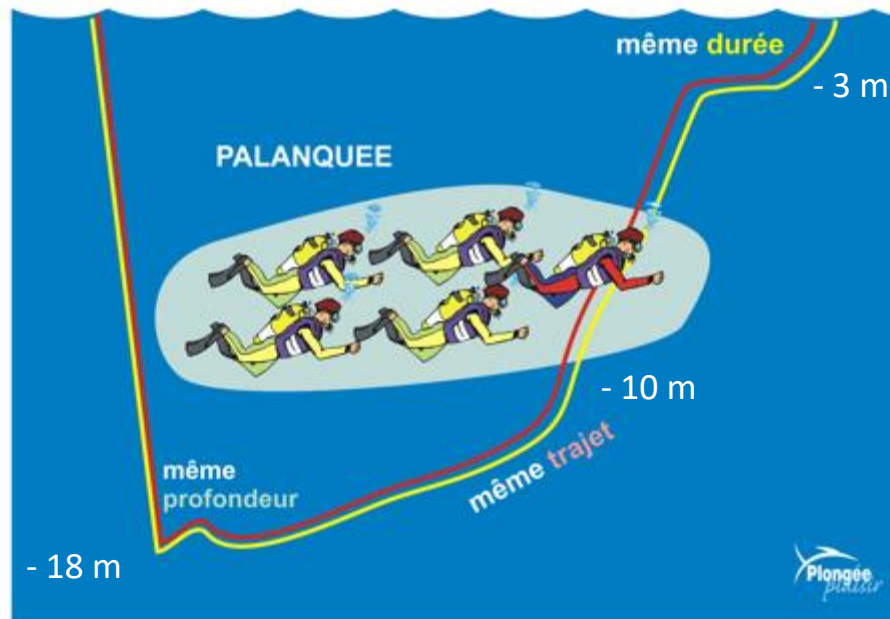


7) Se protéger

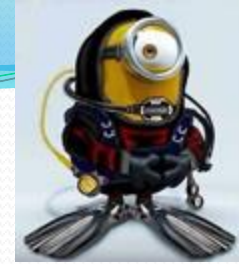


Profil et durée de plongée :

Le profil de la plongée est défini par la courbe des profondeurs atteintes durant votre plongée : depuis l'immersion jusqu'à la sortie de l'eau (et votre signe OK 😊)



7) Se protéger



Durée et profil de plongée :

Les paramètres de la plongée sont définis par le Directeur de Plongée (DP).

La durée et le profil de la plongée sont appliqués par votre GP ou votre moniteur.

Tous deux tiennent compte de la phase de désaturation :

> L'air que nous respirons se compose d'environ 80% d'azote(N₂) et de 20% d'oxygène(O₂).

> L'azote n'est pas utilisé par notre organisme, il sert de diluant à l'oxygène dont nous avons un besoin vital mais qui deviendrait toxique si nous le respirions pur.

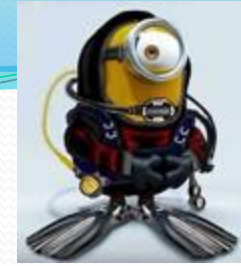
> De ce fait, l'azote sous pression que nous respirons au cours d'une plongée va être stocké en quantité d'autant plus grande que nous restons longtemps en immersion et que nous plongeons profond. À la remontée, la pression baisse et nous devons restituer cet azote en excès.

> Nous évacuons cet azote par le jeu normal de la ventilation, à condition de respecter la vitesse de remontée préconisée (petites bulles, 9 à 12 m/min) indiquée par votre GP.

➤ Afin que le stock d'azote à éliminer ne soit pas trop important, le profil de plongée du Niveau 1 s'inscrit dans la courbe de plongée sans palier (ou courbe de sécurité).

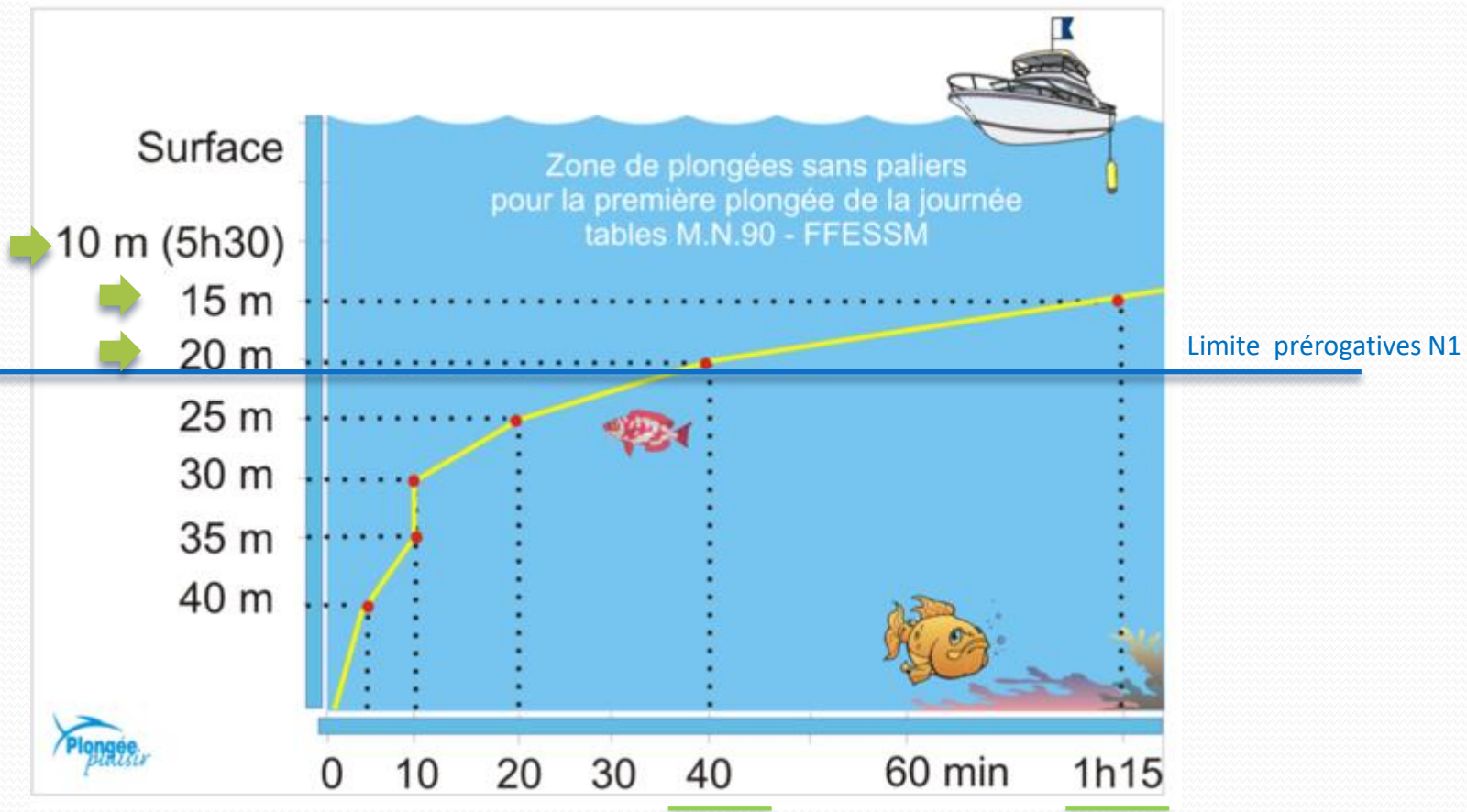
Cela n'empêche pas de faire un palier de principe de 3 minutes à 3 m de profondeur, tant que les conditions le permettent.

7) Se protéger

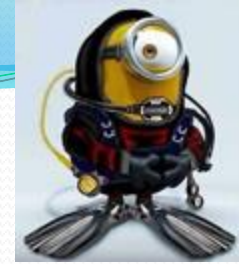


Courbe sans palier :

Pour info, voici les profondeurs et temps de plongée correspondant, en deçà desquels il n'est pas strictement nécessaire d'effectuer un palier :



7) Se protéger



Courbe sans palier :

À retenir :

- Pour une profondeur de 15 m, la durée maximale de plongée est de 1h15,
- Pour une profondeur à 20 m, la durée de maximale de plongée est de 40 min .

Et si on reste plus longtemps ?

Alors on stocke plus d'azote, et il nous faut plus de temps pour l'évacuer.

C'est pour cela que l'on fait un palier, qui est obligatoire cette fois, mais ça vous le verrez dans votre formation de Niveau 2 !

Pour que la plongée

soit toujours un plaisir

- Maintenez vous en bonne condition physique
- Soyez intransigeant sur la sécurité
- Suivez scrupuleusement les consignes du moniteur
- Ne plongez pas si vous ne le sentez pas
- Ayez en permanence à l'esprit, la cohésion de la palanquée
- Pas d'effort après la plongée



Merci à tous

Et bonnes bulles!

L'Hippocampe Team

Sources : MFT FFESSM – 2022, Illustra Pack 3 A FORET.