

PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE

FORMATION N4 – GUIDE DE PALANQUÉE

CLUB ODYSÉE PLONGÉE 2019/2020



SOMMAIRE DE LA FORMATION – N4 GP



- RÉGLEMENTATION
- PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE
- SYSTÈME NERVEUX ET PLONGÉE
- LES ACCIDENTS TOXIQUES EN PLONGÉE
- SYSTÈME CIRCULATOIRE ET PLONGÉE
- SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE
- SPHÈRE ORL ET PLONGÉE
- LA DÉSATURATION
- UTILISATION DES TABLES ET ORDINATEURS
- PROCÉDURES PARTICULIÈRES DE DÉCOMPRESSION



UNITÉS



La force est une entité abstraite définie par sa direction, son point d'application, son sens et sa valeur. Elle se mesure en **newton**.

Différence entre poids et masse

La pression s'exprime par le rapport entre force appliquée et surface : **pression = force / surface**

L'unité légale de pression est le pascal. 1 pascal correspond à une force d'1 newton sur une surface de 1 M².

En plongée nous utilisons **le bar** (10⁵ pascal) qui correspond au poids d'une colonne d'eau de 10 mètres de haut et de 1 cm de diamètre.



PRESSIONS



La pression atmosphérique est le poids d'une colonne d'air situé au dessus d'un niveau donné.

Par convention et au niveau de la mer (altitude 0 mètres) la pression atmosphérique est de 1 atmosphère soit 1,013 bar, que nous arrondissons à 1 bar dans le cadre de notre activité.

En altitude la pression est réduite de 0,1 bar tous les 1000 mètres. 1 bar = 1000 hectopascal.

La pression hydrostatique correspond au poids d'une colonne d'eau dont la hauteur correspond à la distance entre une profondeur donnée et la surface: à 10 mètres \square 1 bar.

Elle augmente d'un bar tous les 10 mètres donc on peut en déduire que :

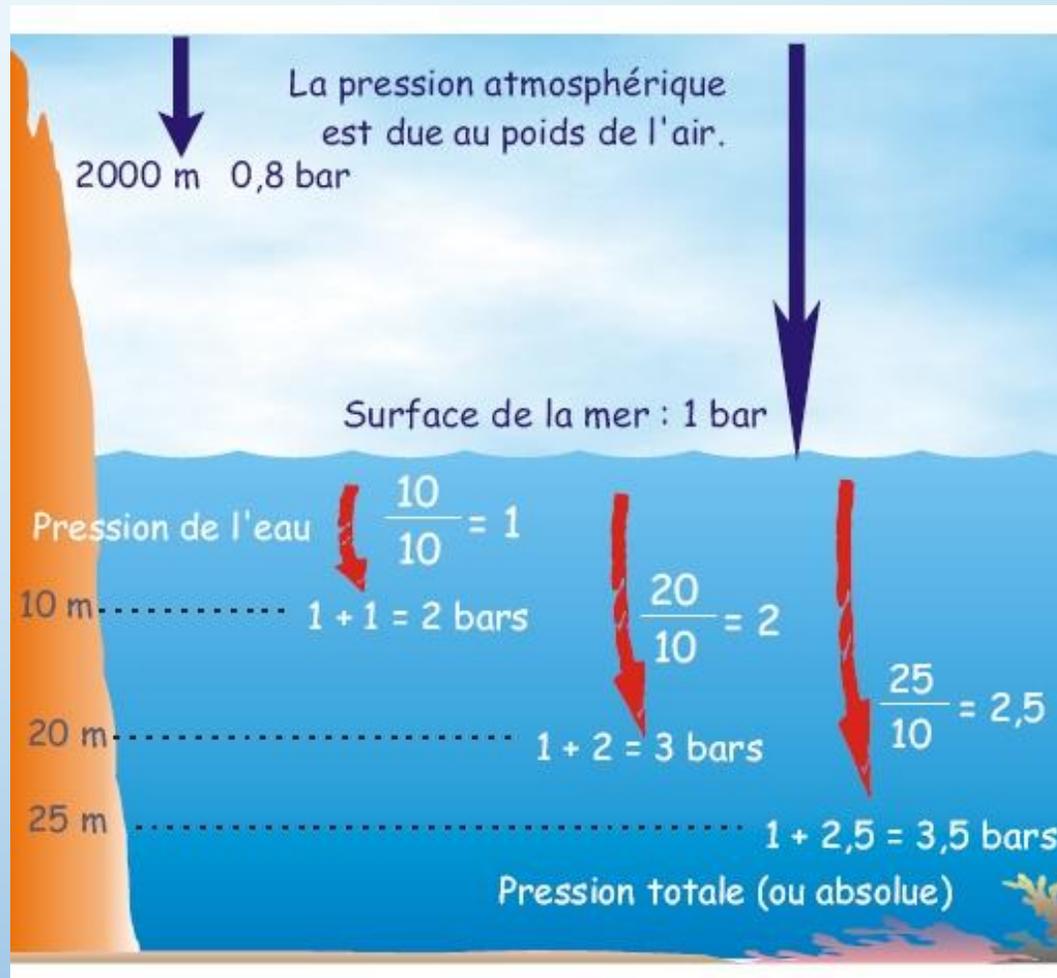
pression hydrostatique = profondeur / 10



PRESSIONS

**LA PRESSION ABSOLUE EST LA SOMME DES PRESSIONS
ATMOSPHÉRIQUE ET HYDROSTATIQUE**

$$P. \text{ abs} = P. \text{ atm} + P. \text{ hydrostatique}$$



FLOTTABILITÉ & EQUILIBRE

LE POIDS APPARENT - THÉORÈME D'ARCHIMÈDE



POIDS RÉEL – FORCE D'ARCHIMÈDE RÉSULTE LE **POIDS APPARENT ET LA FLOTTABILITÉ** D'UN OBJET.

UN PLOMB D'1L ET QUI PÈSE 11,35 KILO (*) NE PÈSE PLUS, SI IL EST IMMERGÉ DANS DE L'EAU DOUCE (**) QUE :
11,35 KG – 1KG (VOLUME D'EAU DOUCE, DENSITÉ = 1) = **10,35 KG DE POIDS APPARENT**

LE POIDS DE L'EAU

LE THÉORÈME D'ARCHIMÈDE NOUS DIT QUE LA FORCE QUI S'OPPOSE AU POIDS D'UN OBJET IMMERGÉ EST ÉGALE AU POIDS DU VOLUME DE LIQUIDE DÉPLACÉ.

EN MÉDITERRANÉE LA MASSE VOLUMIQUE DE L'EAU EST EN MOYENNE DE 1,03 KG / LITRE, ALORS QUE MANCHE ET ATLANTIQUE ONT EN MOYENNE UNE MASSE VOLUMIQUE DE 1,02 KG / LITRE.

POUR UN PLONGEUR DE 80 KG (VOLUME 80 L ENVIRON) LA POUSSÉE D'ARCHIMÈDE SERA DE :

$(80 * 1) = 80 \text{ KG EN EAU DOUCE}$ MAIS DE $(80 * 1,03) = 82,4 \text{ KG EN MER}$

SOIT UNE DIFFÉRENCE DE LESTAGE DE 2,4 KG



PRINCIPAUX ÉLÉMENTS INFLUENÇANT LA FLOTTABILITÉ

LE POIDS APPARENT GLOBAL FIXE DU PLONGEUR DOIT ÊTRE
PONDÉRÉ PAR TROIS PARAMÈTRES :

- 1- LE POIDS DE L'AIR EMBARQUÉ
- 2- LE FACTEUR DE COMPRESSION DE SA COMBINAISON DUT À L'AIR PRÉSENT DANS LE NÉOPRÈNE
- 3- LA DENSITÉ DE L'EAU



FLOTTABILITÉ

Poids de l'air : **1,293 g/l** à 0°

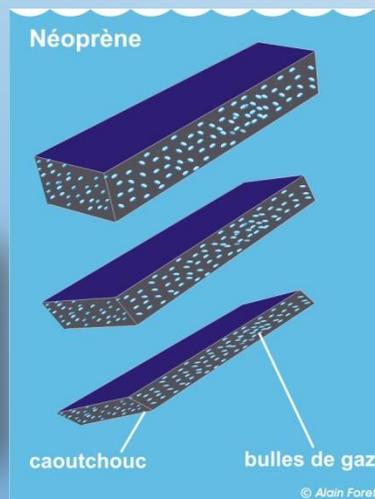
Une bouteille de 15 l à 230 bars : $(230 \times 15) \times 1,293 = \mathbf{4,460 \text{ kg}}$ en début de plongée

Mais seulement, avec une réserve de 50 bars : $(50 \times 15) \times 1,293 = \mathbf{970 \text{ g}}$ en fin de plongée

Ou **3,490 kg** de variation du poids apparent entre début et fin de plongée.

La flottabilité de la combinaison varie avec la profondeur

Sous l'effet de la pression (**loi de Boyle-Mariotte**), le volume de la combinaison se modifie en fonction de la profondeur d'évolution.



Jean-Christophe BONNET - MF2

Type de combinaison	Volume indicatif en surface
Shorty	< 1 dm ³ (*)
Monopiece 4 mm	4 à 5 dm ³
Monopiece 6 mm	4 à 6 dm ³
Monopiece 7 mm	5 à 6 dm ³
Deux pièces 6 mm	Session N4 – GDP 2019-2020 6 à 7 dm ³
Deux pièces 7 mm	7 à 8 dm ³

SOUS-LESTAGE

- MAINTIEN DU NIVEAU D'IMMERSION « PALIERS »
- GESTION DE LA VITESSE DE REMONTÉE
- DIFFICULTÉS À S'IMMERGER

MODIFICATION DU LESTAGE

- CHANGEMENT DE TYPE DE COMBINAISON
- ADJONCTION D'ÉQUIPEMENT (PHARE OU AUTRES)
- MODIFICATION DE LA DENSITÉ DE L'EAU

SUR-LESTAGE

- MAINTIEN DU NIVEAU D'IMMERSION « PALIERS »
- FATIGUE
- CONSOMMATION
- COMPENSATION AVEC LE GILET :
 - RÉSISTANCE À L'AVANCEMENT : SOURCE D'EFFORT
 - ENGONCEMENT
- DIFFICULTÉ À CAS D'ASSISTANCE
- TRANSPORT

A ÉVITER À TOUT PRIX ET PARTICULIÈREMENT SUR DES FONDS IMPORTANTS



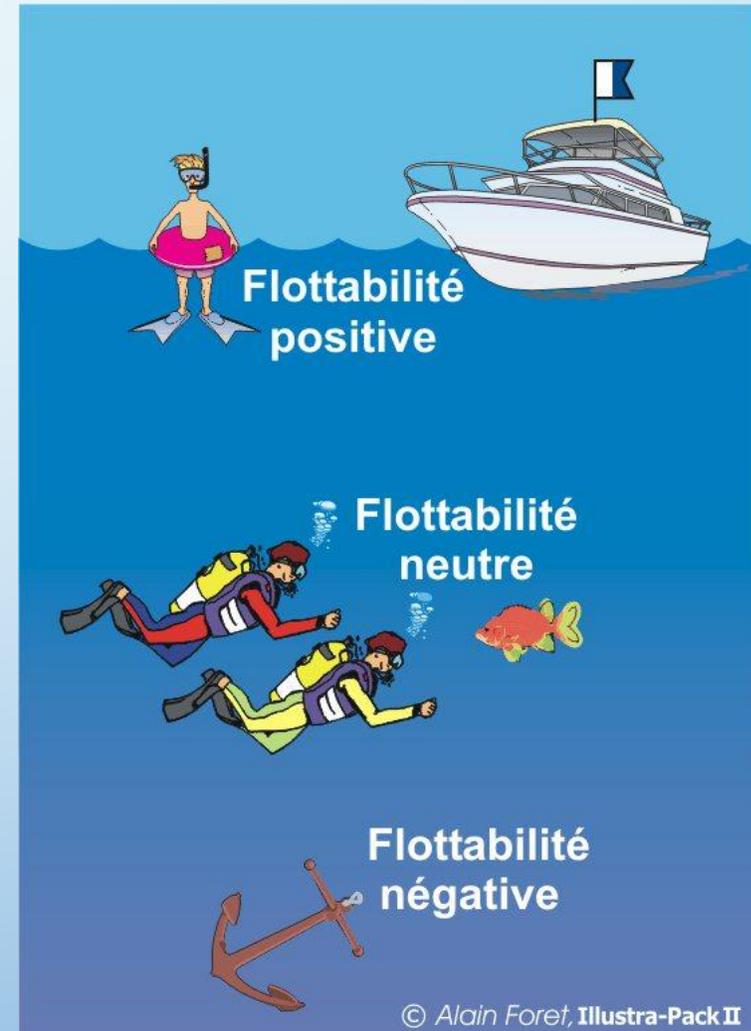
RÉSUMÉ

- **FACTEURS INFLUENÇANT LA FLOTTABILITÉ :**

- LA VENTILATION
- LA COMBINAISON
- L'ÉQUIPEMENT DU PLONGEUR
- LE POIDS DE L'AIR
- LA DENSITÉ DE L'EAU
- LE LEST
- LE GILET STABILISATEUR



Jean-Christophe BONNET MF2



Session N4 – GDP 2019-2020

10

LA COMPRESSIBILITÉ DES GAZ

Loi de Boyle-Mariotte



Cette loi indique que le volume d'un gaz est inversement proportionnel à la pression qu'il reçoit.

Volume = constante / pression

Pression x Volume = Constante ou $P \times V = C$

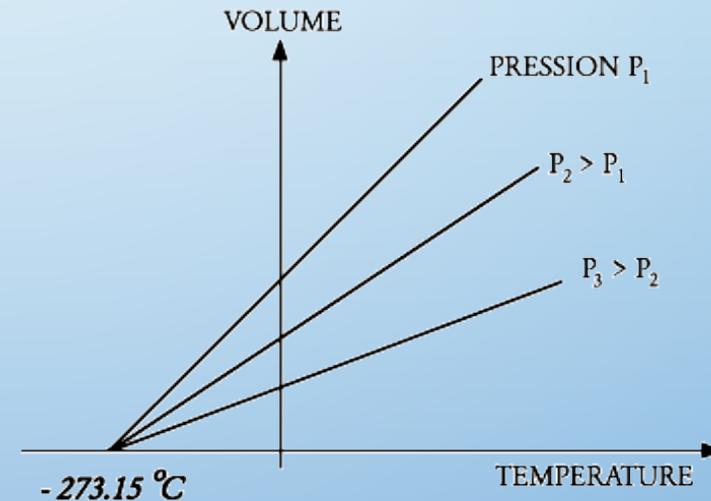
- Consommation
- Flottabilité
- Barotraumatisme
- ADD



LOI DE CHARLES ET DE GAY-LUSSAC

Met en évidence l'influence de la température sur la pression d'un gaz contenu dans un espace fermé

La masse volumique de l'air est influencée par la température lorsqu'elle est soumise à une pression.



CALCUL D'AUTONOMIE



- QUESTION :

- Quel sera l'autonomie en air à 40 m d'un plongeur, consommant en moyenne 20 l air /minute en surface, si il utilise un bloc 15 l gonflé à 230 bar et souhaite conserver une réserve de 50 bar

- RÉPONSE :

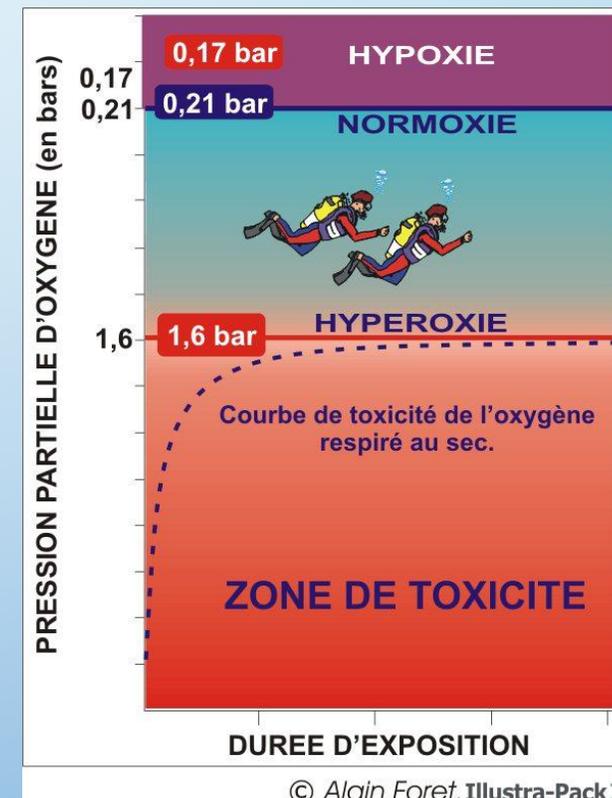
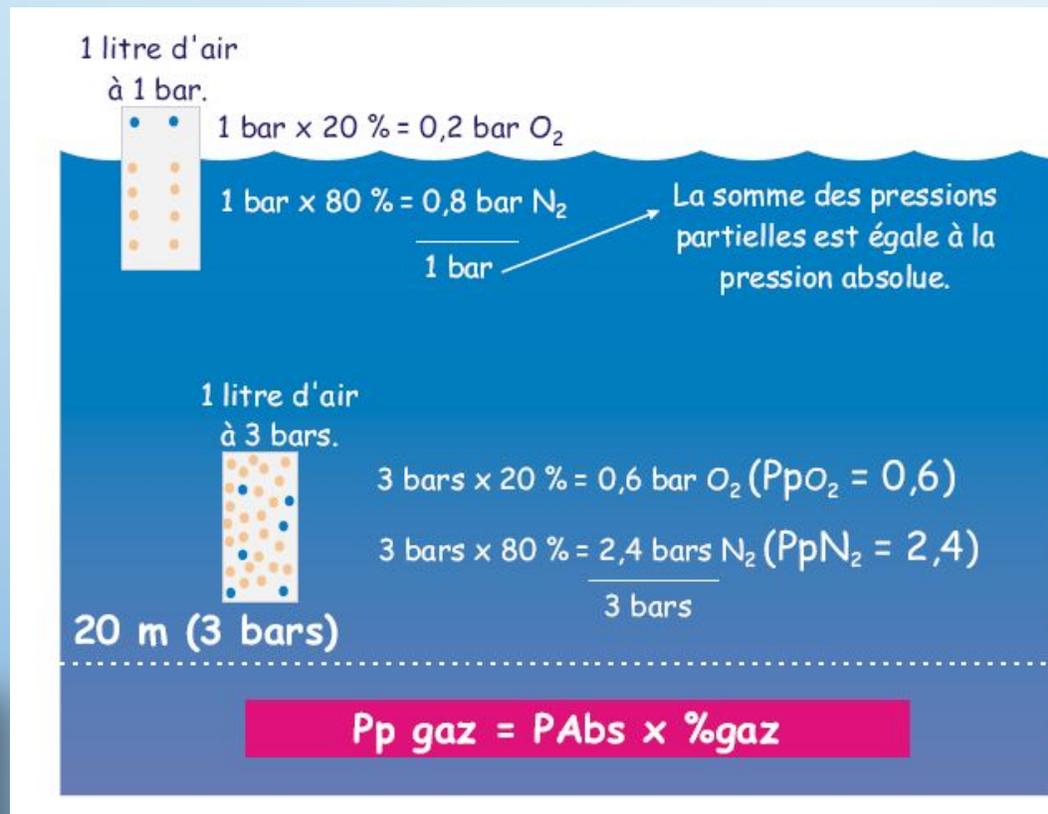
- $230 - 50 = 180 / 5 B = 36 B * 15 \text{ LITRES} = 540 \text{ L} / 20 \text{ L/M} = 27 \text{ MN}$



LES PRESSIONS PARTIELLES

LOI DE DALTON

- Pour obtenir la pression partielle d'un gaz, il faut multiplier la fraction du gaz par la pression absolue.



LA DISSOLUTION DES GAZ – LOI DE HENRI

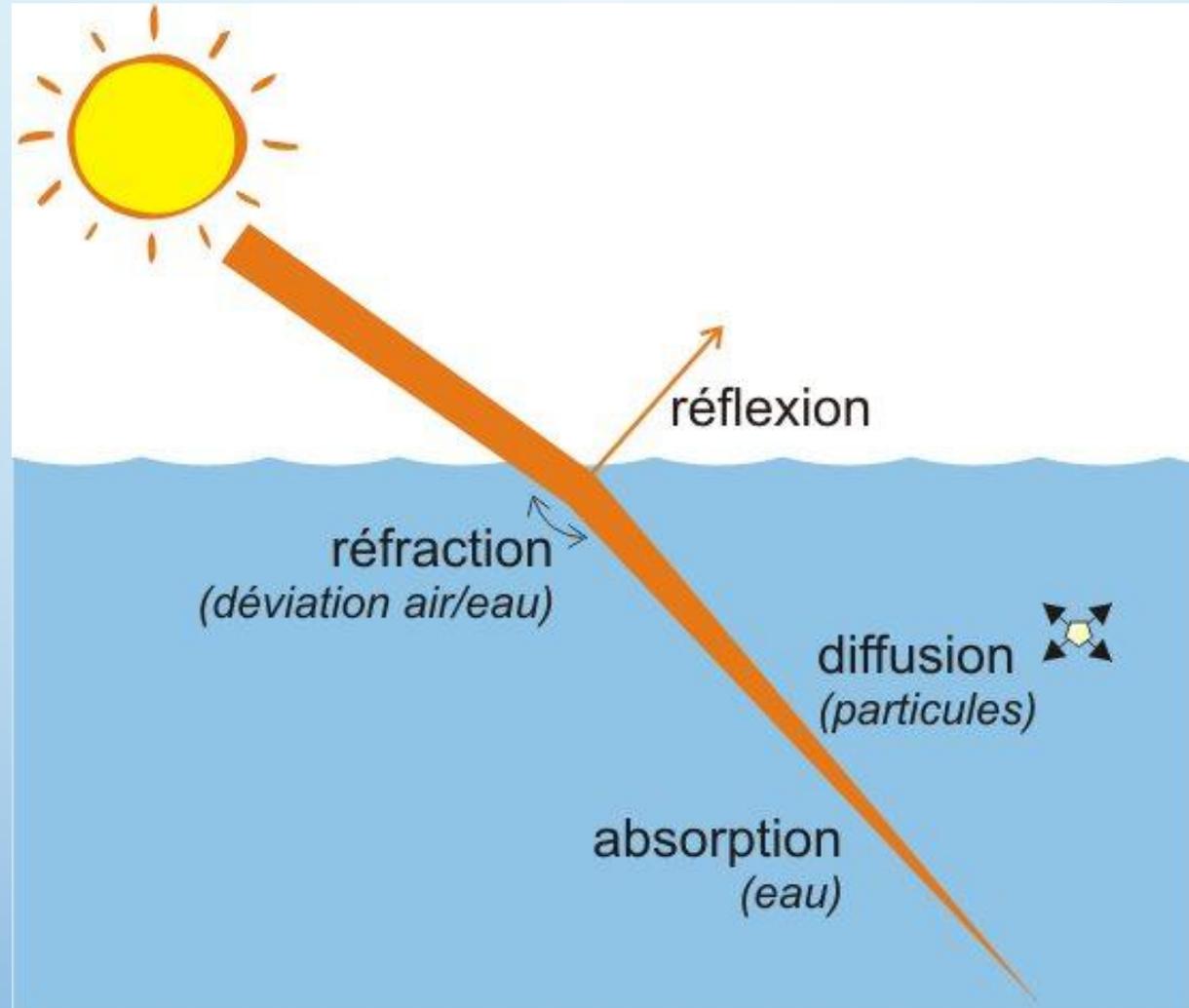


« A température constante et à saturation, la quantité de gaz dissous dans un liquide est proportionnelle à la pression exercée par ce gaz sur le liquide »

Cette loi très importante, pour comprendre les phénomènes de saturation, de sur saturation et de dé saturation, sera abordée plus tard lors de l'étude de la décompression

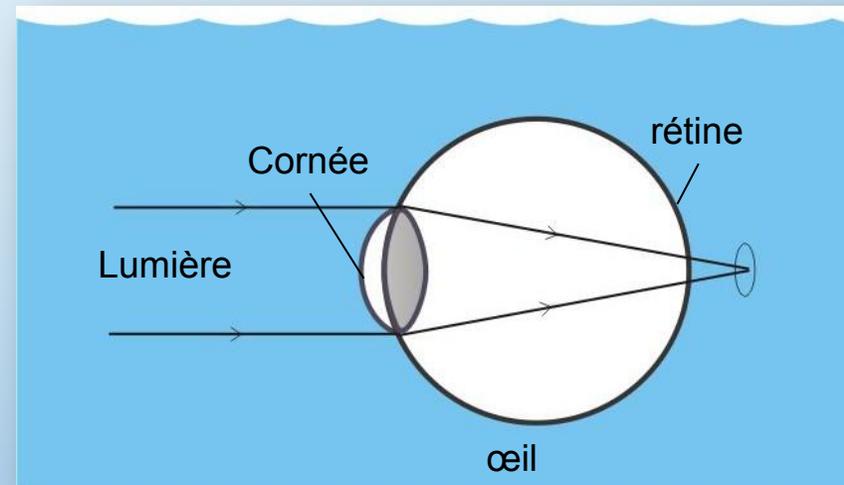
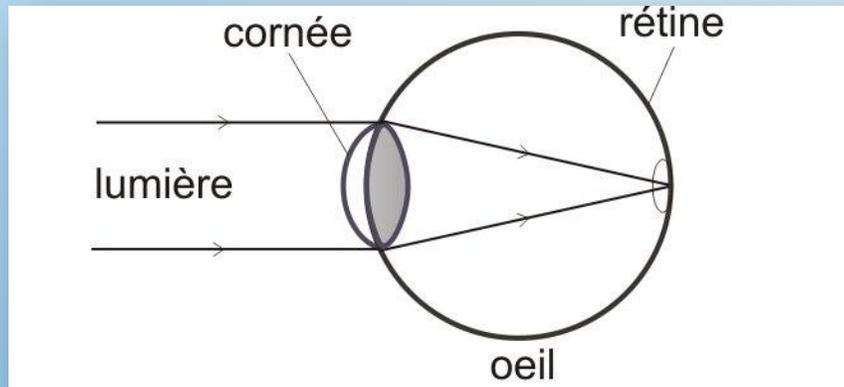


LA LUMIÈRE SOUS L'EAU

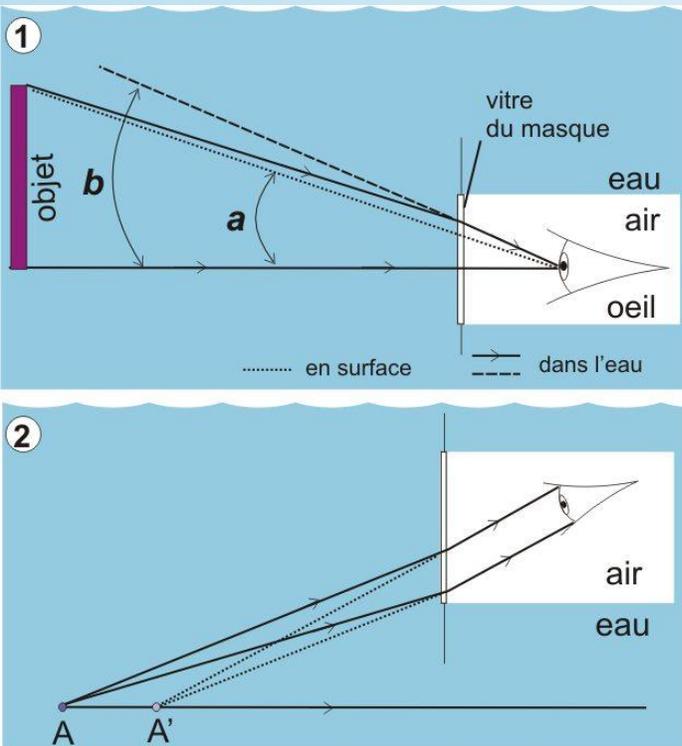


LA VISION SUBAQUATIQUE

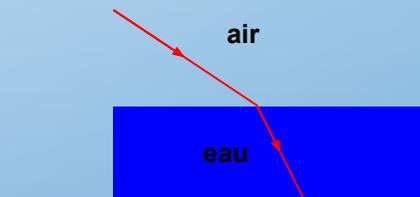
- Différences d'indice de réfraction entre l'air et l'eau
- Masque de plongée
- Absorption progressive et sélective des couleurs en fonction de la profondeur
- En milieu aérien, les propriétés de la cornée font converger les rayons lumineux sur la rétine.



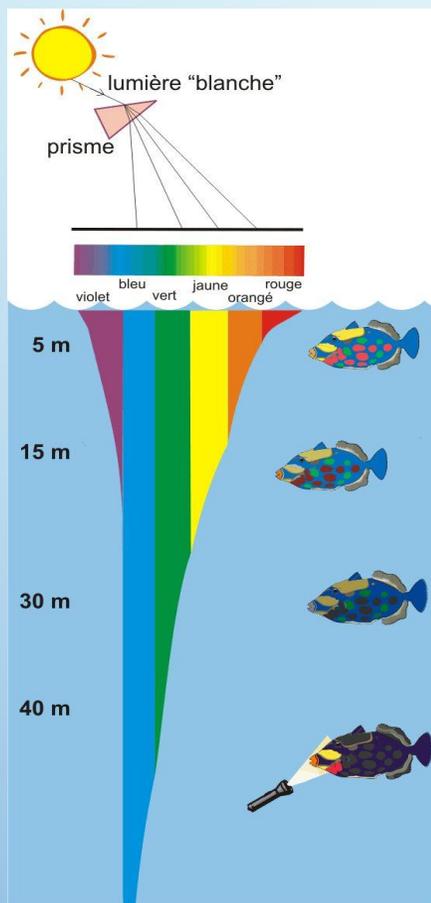
RÉFRACTION



- La réfraction est la **dévi**ation de direction de propagation d'une onde lumineuse lorsque celle-ci change de milieu
- Ce phénomène provoque deux réactions :
- L'angle sous lequel nous voyons les rayons est plus grand qu'en surface, il y a grossissement.
- La distance apparente est raccourcie, les objets semblent plus proches



L'ABSORPTION



Chaque couleur est caractérisée par une longueur d'onde différente.

L'AUDITION SOUS MARINE



Le son est une **vibration mécanique propagée dans un milieu solide, liquide ou gazeux.**

Sa vitesse varie selon le milieu. Le son se propage plus rapidement dans un solide que dans des milieux liquide ou gazeux.

Dans l'air, la vitesse du son est de 330 m/s

Dans l'eau, la vitesse du son est de 1 530 m/s.

5 fois plus vite

Nos deux oreilles ne sont pas stimulées au même moment dans l'air.

Sous l'eau, les deux oreilles sont **stimulées pratiquement au même moment (0,05 ms).**

De plus, plusieurs études ont montrées que sous l'eau, le son est principalement **propagé par voie osseuse** jusqu'à l'organe de l'audition.

Il est donc possible de **connaître l'origine du son** dans l'air.



DES QUESTIONS?



Merci



Jean-Christophe BONNET MF2

Session N4 – GDP 2019-2020

21

SOMMAIRE DE LA FORMATION – N4 GP



- RÉGLEMENTATION
- PHYSIQUE APPLIQUÉE À LA PLONGÉE
- **SYSTÈME NERVEUX ET PLONGÉE**
- LES ACCIDENTS TOXIQUES EN PLONGÉE
- SYSTÈME CIRCULATOIRE ET PLONGÉE
- SYSTÈME RESPIRATOIRE ET PLONGÉE
- SPHÈRE ORL ET PLONGÉE
- LA DÉSATURATION
- UTILISATION DES TABLES ET ORDINATEURS
- PROCÉDURES PARTICULIÈRES DE DÉCOMPRESSION

