

GUIDE DE PALANQUEE – NIVEAU 4



Aspects théoriques de l'activité

Plan du cours

- les principales grandeurs physiques utilisées
- la flottabilité (Archimède)
- la compressibilité des gaz (Mariotte et Charles)
- les pressions partielles (Dalton)
- l'optique
- l'acoustique

Grandeurs physiques

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

1 - La masse (exprimée en kg):

La masse d'un objet est assimilable à une mesure de la « quantité de matière » qui le constitue.

2 - La masse volumique ρ (exprimée en kg/m^3):

C'est le rapport entre la masse d'un objet et son volume.

$$\rho = \frac{\text{masse (kg)}}{\text{volume (m}^3\text{)}} \text{ donc } \text{masse} = \text{volume} \times \rho$$

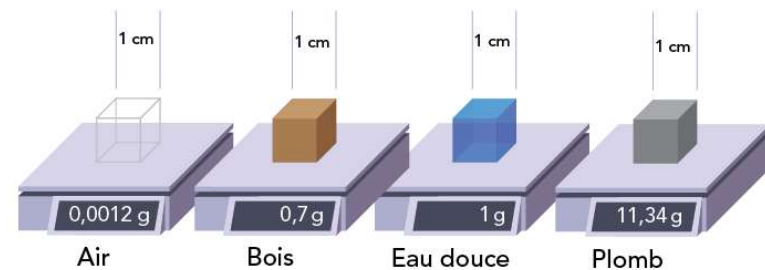
3 - La densité d (sans unité):

C'est le rapport entre sa masse volumique et la masse volumique d'un corps de référence.

$$d = \frac{\rho_{\text{objet}}(\text{kg}/\text{m}^3)}{\rho_{\text{réf}}(\text{kg}/\text{m}^3)} \text{ donc } \text{masse} = \text{volume} \times d \times \rho_{\text{réf}}$$

La formule précédente devient

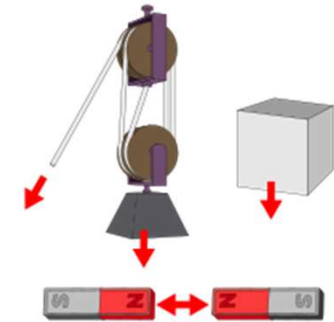
$$\text{masse (kg)} = \text{volume (L)} \times \text{densité}$$



Grandeurs physiques

4 - La force: (exprimée en Newton $N = kg, m/s^2$)

Une force désigne, en physique, l'interaction entre deux objets ou systèmes. Elle est représentée par un vecteur (flèche), caractérisé par un point d'application, une direction, un sens et une intensité (produit d'une masse et d'une accélération).



Cas particulier d'une force: le poids

Le poids est une force qui s'applique au centre de gravité d'un objet, verticalement, du haut vers le bas et d'intensité P , proportionnelle à la masse.

Par commodité, on s'autorise à assimiler les notions de poids et de masse (exprimés en kg)

5 - La pression

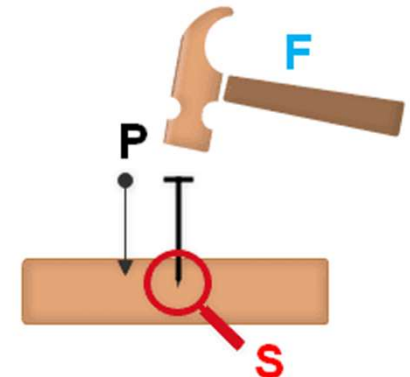
C'est une notion physique fondamentale. On peut la voir comme une force rapportée à la surface sur laquelle elle s'applique.

L'unité SI est le Pascal = $1 N/m^2$

L'unité d'usage est le bar ($= 10^5 Pa$)

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

P = Pression
F = Force
S = Surface



Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

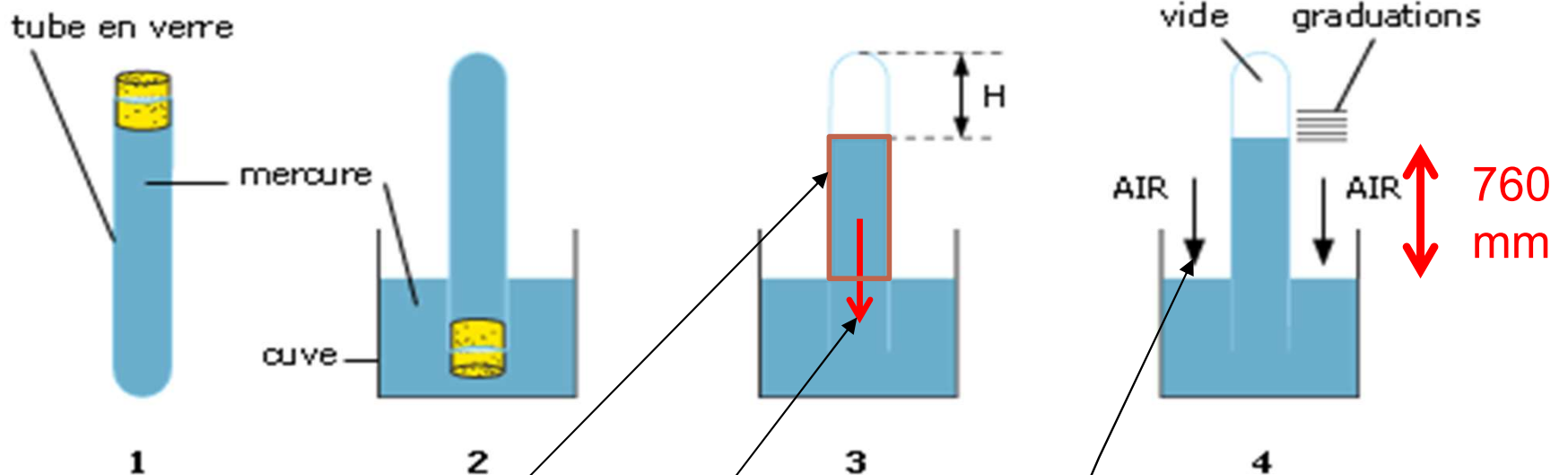
Optique

Acoustique

Pression atmosphérique



Mise en évidence : expérience de Torricelli



Tube de 1 cm² de section

Volume 76 cm³ ou 0,076 dm³

Masse = 0,076 x 13,6
densité du mercure

Masse = 1,0336 Kg

Le poids c'est une **FORCE**

FORCE = masse x accélération

FORCE = 1,0336 Kg x 9,81
m/s/s

FORCE = 10,13 Newtons
soit 1,013 daN qui s'applique
sur 1cm²

Donc la **PRESSION** est de :

PRESSION = F / S

PRESSION = 1,013 daN/1 cm²

PRESSION = 1,013 bar

Soit 1013 mbar qui est la pression
normale au niveau de la mer.

$$\Rightarrow 1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \text{ bar}$$

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Pression hydrostatique

- Elle correspond au poids d'une colonne d'eau d'une section de 1 cm² multipliée par la hauteur d'eau, selon la masse volumique de cette eau.

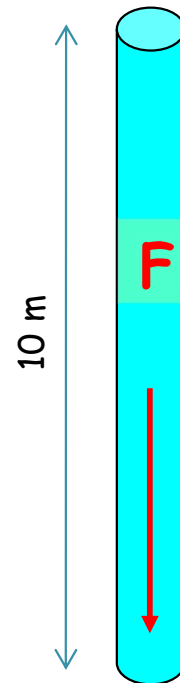
10 m D'EAU DOUCE sur 1cm² ça fait quelle pression ?

MASSE = volume x densité
MASSE = 1 L x 1
MASSE = 1 Kg

Le poids c'est une **FORCE**
FORCE = MASSE x accélération
FORCE = 1 Kg x 9,81 m/s/s
FORCE = 9,81 Newtons ou **0,981 daN**

PRESSION=0,981daN/1cm² = 0,981 bar

Par rapport à 1 bar
Il y a une différence de 0,019 en moins



10 m D'EAU de MER sur 1cm² ça fait quelle pression ?

MASSE = volume x densité
MASSE = 1 L x 1,03
MASSE = 1,03 Kg

Le poids c'est une **FORCE**
FORCE = MASSE x accélération
FORCE = 1,03 Kg x 9,81 m/s/s
FORCE = 10,104 Newtons ou **1,010 daN**

PRESSION= 1,010 daN/1cm² = 1,01 bar

Par rapport à 1 bar
Il y a une différence de 0,01 en plus

Les écarts sont très faibles (1 à 2%), on retiendra donc par simplification :
un bar tous les 10 m.

Nota: les ordinateurs calculent la profondeur à partir de la mesure de la pression, une erreur de réglage eau douce / eau salée jouera donc sur l'exactitude de la profondeur affichée

Grandeurs physiques

Flottabilité

Compressibilité des gaz

Pressions partielles

Optique

Acoustique

Pression absolue

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

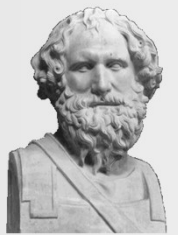
La **pression absolue** est égale à la somme de la pression hydrostatique (également appelée Pression relative) et de la pression atmosphérique:

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

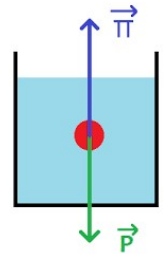
En mer, la pression absolue sera pour une profondeur de:

Profondeur	P hydrostatique	P atmosphérique	P absolue
10 m	1 bar	1 bar	2 bar
28 m	2,8 bar	1 bar	3,8 bar
40 m	4 bar	1 bar	5 bar

La flottabilité



Tout corps plongé dans un fluide reçoit de la part de ce fluide une poussée verticale de bas en haut égale au poids du fluide dont il a pris la place et appliquée au centre de gravité du dit fluide.



Grandeurs physiques

Flottabilité

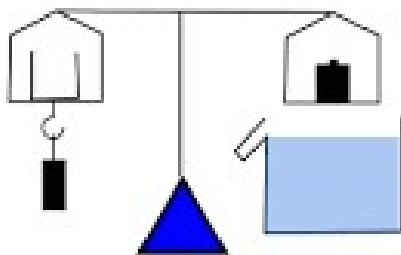
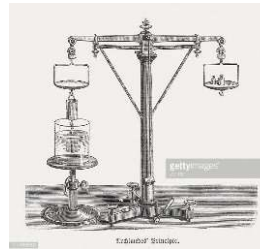
Compressibilité des gaz

Pressions partielles

Optique

Acoustique

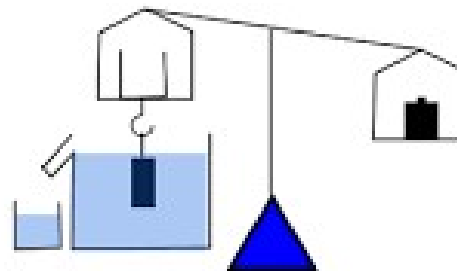
Mise en évidence :



Etape 1:

On équilibre une balance avec deux poids d'égale valeur

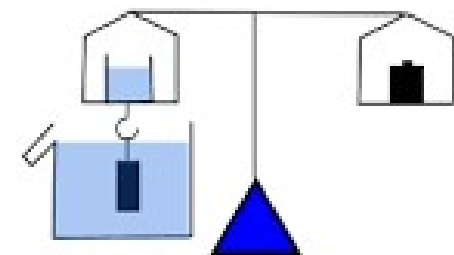
La balance est équilibrée



Etape 2:

On plonge le poids suspendu dans une bassine, en récupérant l'eau excédentaire (égale au volume de l'objet immergé)

La balance est déséquilibrée



Etape 3:

On place l'eau récupérée sur la balance qui est à nouveau équilibrée.

La force est donc égale au poids du volume déplacé

La flottabilité

Grandeurs
physiques

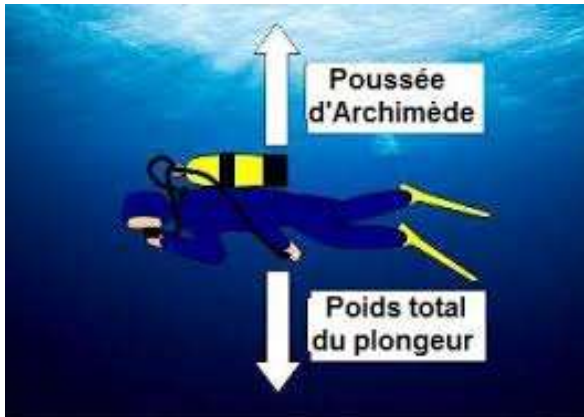
Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

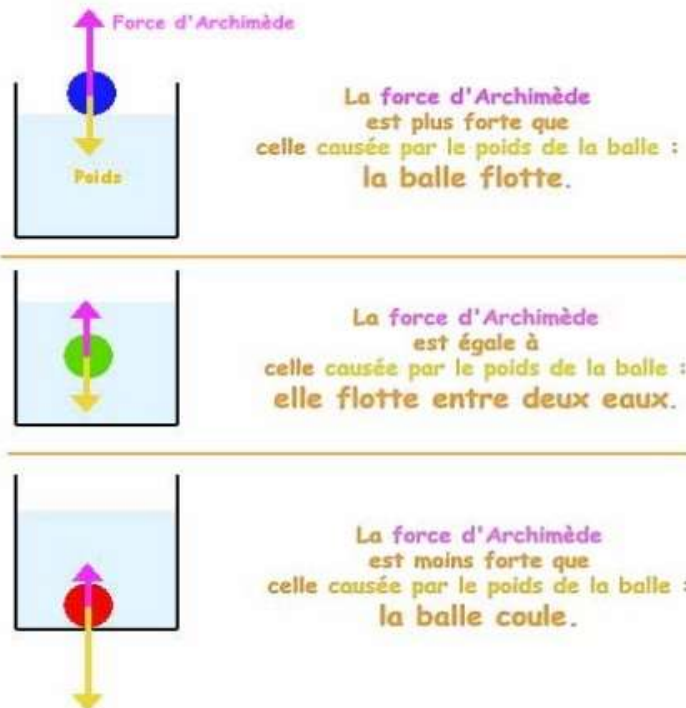
Optique

Acoustique



Un corps immergé est donc soumis à deux forces opposées. Pour déterminer l'influence de ces forces, on calcule leur différence, appelée poids apparent:

$$\text{Poids App.} = \text{Poids réel} - \text{Poussée Archimède}$$



Poids apparent négatif $\Rightarrow$ flottabilité positive

Poids apparent nul $\Rightarrow$ flottabilité nulle

Poids apparent positif $\Rightarrow$ flottabilité négative

La flottabilité

Applications en plongée :

Les techniques d'immersions

L'équilibre du plongeur:

- Le lestage du plongeur
- L'utilisation du gilet
- L'application du poumon ballast

Les épreuves du GP:

- Le mannequin
- Technique de la nage capelée

Les calculs pour remonter un objet: relevage

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

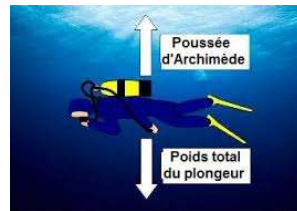
Optique

Acoustique

La flottabilité: exercices

Un ami plonge souvent en carrière. Il sait qu'il pèse 99 kg tout équipé et qu'il a besoin d'1 kg en lestage pour être équilibré. Pouvez-vous l'aider à déterminer son lestage pour être correctement équilibré en mer (densité = 1,03)?

Nota: on négligera le volume du lest



$$P_{app} = P_{total} - A_{rch}$$

$$\text{masse(kg)} = \text{volume (L)} \times \text{densité}$$

Equilibré en eau douce

- $\Rightarrow P_{app} = 0$
- $\Rightarrow P_{total} - A_{rch} = 0$
- $\Rightarrow P_{total} = A_{rch}$
- $\Rightarrow P_{plongeur} + P_{lest} = V_{plongeur} \times \text{densité}_{carrière}$
- $\Rightarrow 99 \text{ kg} + 1 \text{ kg} = V_{plongeur} (\text{en L}) \times 1$
- $\Rightarrow V_{plongeur} = 100 \text{ L}$

Equilibré en mer

- $\Rightarrow P'_{app} = 0$
- $\Rightarrow P'_{total} - A'_{rch} = 0$
- $\Rightarrow P'_{total} = A'_{rch}$
- $\Rightarrow P_{plongeur} + P'_{lest} = V_{plongeur} \times \text{densité}_{mer}$
- $\Rightarrow 99 \text{ kg} + P'_{lest} = 100 \text{ L} \times 1,03$
- $\Rightarrow P'_{lest} = 4 \text{ kg}$

soit 3 kg de plus qu'en eau douce

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

La flottabilité: exercices

Dans une eau de densité 1, un photographe souhaite équilibrer son caisson (volume de 3L, poids total de 1kg une fois équipé de son appareil). Il dispose pour cela de lest de densité 5.

a) Calculez les volume et poids du lest nécessaire si on le place à l'intérieur du caisson.

b) Même question pour le lest placé à l'extérieur du caisson.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Equilibré (lest à l'intérieur)



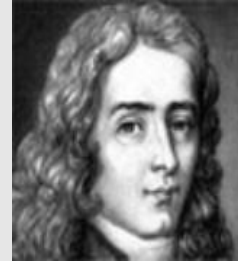
$$\begin{aligned} \Rightarrow P_{app} &= P_{total} - A_{rch} = 0 \\ \Rightarrow P_{total} &= A_{rch} \\ \Rightarrow P_{caisson} + P_{lest} &= V_{caisson} * d_{eau} \\ \Rightarrow 1 \text{ kg} + P_{lest} &= 3 \text{ L} * 1 \\ \Rightarrow P_{lest} &= 3 \text{ L} * 1 - 1 \text{ kg} = 2 \text{ kg} \\ \Rightarrow V_{lest} &= P_{lest} / d_{lest} = 2 / 5 = 0,4 \text{ L} \end{aligned}$$

Equilibré (lest à l'extérieur)

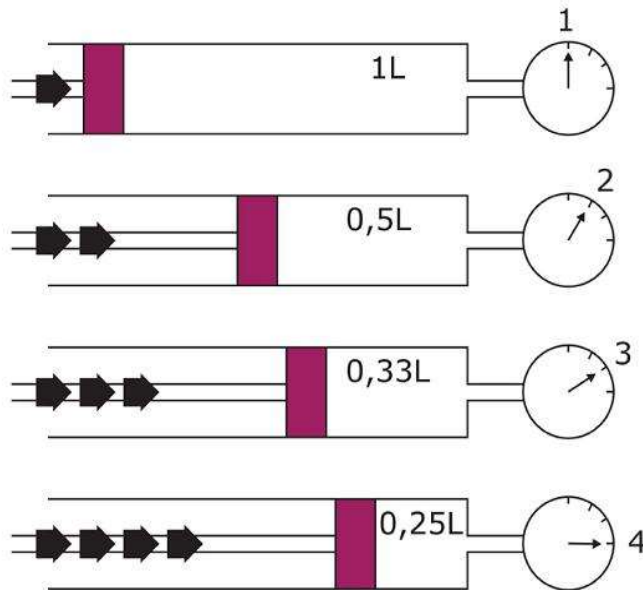


$$\begin{aligned} \Rightarrow P_{app} &= P_{total} - A_{rch} = 0 \\ \Rightarrow P_{total} &= A_{rch} \\ \Rightarrow P_{cais.} + P_{lest} &= V_{cais.} * d_{eau} + V_{lest} * d_{eau} \\ \Rightarrow 1 \text{ kg} + P_{lest} &= 3 \text{ L} * 1 + V_{lest} * 1 \\ \Rightarrow 1 \text{ kg} + V_{lest} * d_{lest} &= 3 \text{ L} * 1 + V_{lest} * 1 \\ \Rightarrow 1 + 5 * V_{lest} &= 3 + V_{lest} \\ \Rightarrow 4 V_{lest} &= 2 \Rightarrow V_{lest} = 0,5 \text{ L} \\ \Rightarrow P_{lest} &= V_{lest} * d_{lest} = 0,5 * 5 = 2,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

La compressibilité des gaz



Mise en évidence :



$P = 1$ et $V = 1$ avec $P \times V = 1$

$P = 2$ et $V = 0.5$ avec $P \times V = 1$

$P = 3$ et $V = 0.33$ avec $P \times V = 1$

$P = 4$ et $V = 0.25$ avec $P \times V = 1$

La loi de Mariotte évoque que « À température constante, la pression d'une quantité fixe de gaz est inversement proportionnelle à son volume »

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = \text{constante}$$

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique



La compressibilité des gaz

Applications en plongée :

La consommation en air

Le relevage (en lien avec la flottabilité)

Le gonflage (calculs hors programme)

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Exercice: consommation en air

Un plongeur consomme 20 litres d'air par minute en surface.

Sa bouteille, d'une capacité de 12 litres, est gonflée à 220 bars. Sa réserve est fixée à 50 bars.

1) Combien de temps peut-il passer à 20 mètres avant d'atteindre la réserve? et à 40 mètres ?

2) En négligeant la consommation pour la descente et la remontée, quelle quantité d'air restera dans la bouteille au retour en surface si le plongeur a atteint la réserve en évoluant à 40m?

Nota: paliers 2 min à 6m puis 19 min à 3m

Grandeurs physiques

Flottabilité

Compressibilité des gaz

Pressions partielles

Optique

Acoustique

1) Quantité d'air dispo

$$\Rightarrow V_{\text{air}} = P_{\text{utilisable}} * V_{\text{bouteille}} = (P_{\text{gonflage}} - P_{\text{réserve}}) * V_{\text{bouteille}}$$

$$\Rightarrow V_{\text{air}} = (220 \text{ bar} - 50 \text{ bar}) \times 12 \text{ L} = 2040 \text{ L}$$

Profondeur	P absolue	Consommation Conso _{surface} * P _{abs}	Durée plongée V _{air} / Conso
20 m	3 bar	20 * 3 = 60 L	2040 / 60 = 34 min
40 m	5 bar	20 * 5 = 100 L	2040 / 100 = 20 min

2) Conso aux paliers => $(20 * 1,6 * 2 + 20 * 1,3 * 19) / 12 = 46,5 \text{ bar}$

Il restera donc 50 – 46,5 soit **3,5 bar !!!!**

Exercice: relevage

Au cours d'une plongée en lac, vous découvrez à 40 mètres une ancre d'un poids réel de 60 kg et d'un volume de 10 litres que vous voulez remonter. Pour cela, vous introduisez 40 litres d'air dans un parachute de 60 litres (on négligera le poids du parachute).

- 1) *Que va-t-il se passer ? Pourquoi ?*
- 2) *A quelle profondeur faut-il placer le parachute pour commencer à remonter l'ensemble (parachute et ancre) ?*
- 3) *Quel sera le volume d'air dans le parachute arrivé en surface ?*

Réponses:

1) Poids apparent de l'ensemble (ancre + parachute), après gonflage :

$$P_{app} = P_{total} - A_{rch} = P_{total} - (A_{rch-para} + A_{rch-ancre}) = 60 - (40 \cdot 1 + 10 \cdot 1) = 10 \text{ kg}$$

$P_{app} > 0$ donc flottabilité négative, l'ancre reste au fond.

2) On remonte le parachute, relié avec une corde à l'ancre pour avoir $P_{app} = 0$

$$P_{total} = A_{rch-para} + A_{rch-ancre} \text{ donc } 60 = V_{para} \cdot d_{lac} + V_{ancre} \cdot d_{lac} \text{ donc } V_{para} = 50 \text{ L}$$

Pour avoir un volume de 50L d'air dans le parachute:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \text{ soit } 5 \text{ bar} \times 40 \text{ L} = P_2 \times 50 \text{ L} \Rightarrow P_2 = 4 \text{ bar}$$

L'équilibre sera donc atteint à **30 mètres**

3) Volume de l'air en surface : $5 \text{ bar} \times 40 \text{ L} = 1 \text{ bar} \times V$ soit $V = 200 \text{ litres} !!!$

Le volume d'air dans le parachute arrivé en surface sera de 60 litres, celui-ci ne pouvant pas contenir plus de 60 litres. Le surplus d'air s'échappera au cours de la remontée.



La compressibilité des gaz



La loi de Mariotte n'est valable qu'à température constante, donc si la température change, il faut appliquer une autre loi. Elle relie la pression et la température d'un gaz réel tenu dans un volume constant. Il s'agit de la loi de Charles.

CALCULS HORS EXAMEN

La loi de Charles évoque que «À volume constant, la pression d'une quantité fixe de gaz est directement proportionnelle à sa température absolue» (la température évoquée ici est en Kelvin)

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} = \text{constante}$$

Nota: la conversion entre °C et K suit la formule suivante $K = ^\circ\text{C} + 273$

La compressibilité des gaz

Un bloc dont la pression est de 180 bars (P. absolue) à 15 °C est stocké dans une ambiance à 50 °C. Quelle sera sa pression absolue quand il atteindra cette température?

- ⇒ $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$
- ⇒ $180 / (15 + 273) = P / (50 + 273)$
- ⇒ $P = 180 / 288 * 323 = 201,9 \text{ bar}$

Après gonflage, votre bloc est à une pression de 220 bars et une température de 55°C. Vous vous mettez à l'eau et constatez n'avoir plus que 195 bars. Calculez la température de l'eau.

- ⇒ $P_1 / T_1 = P_2 / T_2$
- ⇒ $220 / (55 + 273) = 195 / (T + 273)$
- ⇒ $T + 273 = 195 / 220 * 328$
- ⇒ $T = 17,7 \text{ °C}$



**CALCULS HORS
EXAMEN**

T varie: avec la chaleur, la pression augmente, avec le froid la pression diminue
P varie: je comprime donc ça chauffe, je détends donc ça refroidit

Grandeurs
physiques

Flottabilité

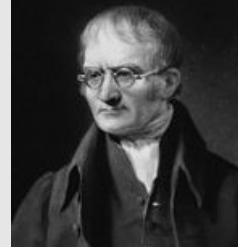
Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Les pressions partielles



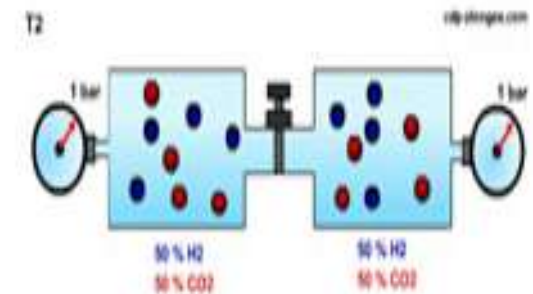
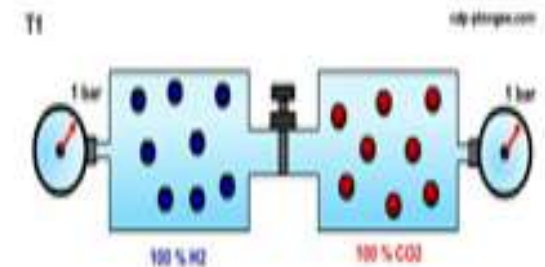
Mise en évidence :

Soit 2 compartiments de 1 litre contenant chacun un gaz différent à la pression de 1 bar. Ces 2 compartiments peuvent être mis en communication en ouvrant un robinet.

Au stade T1, le robinet est fermé, les 2 gaz sont donc isolés l'un de l'autre.

On ouvre alors le robinet et on remarque déjà que la pression de l'ensemble formé par les 2 compartiments ne varie pas et reste égale à 1 bar.

Au stade T2 on referme le robinet. On constate alors que chaque compartiment contient un mélange gazeux composé de 50 % de H₂ et 50 % de CO₂. Ces mélanges étant toujours à la pression de 1 bar. Dans un compartiment chacun des 2 gaz occupe donc la moitié du volume et est responsable de la moitié de la pression totale.



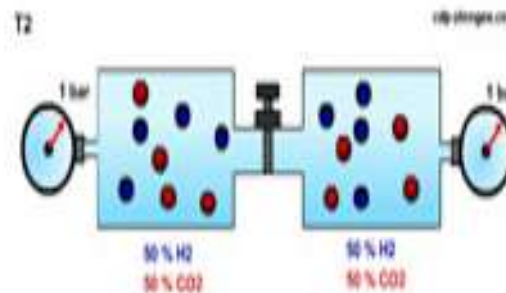
A température constante, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions des gaz qui le compose.

Les pressions partielles

La pression partielle d'un gaz dans un mélange gazeux est donc la pression qu'aurait ce gaz s'il occupait seul le volume total occupé par ce mélange. On écrit souvent :

$$P_{abs} = P_{p\text{ gaz } 1} + P_{p\text{ gaz } 2} + \dots$$

Ainsi si on reprend notre exemple au stade T2 la pression absolue du mélange est de 1 bar, la pression partielle du H₂, ainsi que celle du CO₂ est de 0.5 bars.



On a bien $P_{absolue}(1\text{ bar}) = P_{pH_2}(0.5\text{ bar}) + P_{pCO_2}(0.5\text{ bar})$.

La pression partielle d'un gaz dans un mélange est donc égale au pourcentage de ce gaz dans le mélange multiplié par la pression absolue :

$$P_{pgaz} = P_{abs} * \%_{gaz}$$

Les pressions partielles

$$P_{abs.} = P_{p\text{ gaz } 1} + P_{p\text{ gaz } 2} + \dots$$

$$P_{pgaz.} = P_{abs} * \%gaz$$

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Exercice 1 :

Avec les formules ci-dessus, si on prend l'exemple de l'air à la pression atmosphérique (1 bar) :

En considérant l'air comme 20% d'O₂ et 80% de N₂, quelles ont les P_p de chaque gaz ?

$$P_{pO_2} = P_{absolue} * 20\% = 1 * 20\% = 0.2 \text{ bar}$$

$$P_{pN_2} = P_{absolue} * 80\% = 1 * 80\% = 0.8 \text{ bar}$$

On remarque que la somme de ces 2 pressions partielles est bien égale à la pression absolue, 1 bar.

Les pressions partielles

Exercice 2 :

La réglementation française autorise la plongée aux mélanges jusqu'à la P_{pO_2} de 1,6bar et jusqu'à la P_{pN_2} de 5,6bar.

Quelle serait donc la profondeur maximale pour une plongée à l'air avec cette P_{pO_2} de 1,6bar? avec cette P_{pN_2} de 5,6bar?

Pour cet exercice nous prendrons un air composé de 21% d'O₂ et 78% de N₂.

- P_{pO_2} maximum autorisé = 1,6 bar
- $P_{pO_2} = P_{abs} * \%O_2$
- $1,6 = P_{abs} * 21/100$
- $P_{abs} = 1,6 / 0,21 = 7,6$ bar soit 66m
- P_{pN_2} maximum autorisé = 5,6 bar
- $P_{pN_2} = P_{abs} * \%N_2$
- $5,6 = P_{abs} * 78/100$
- $P_{abs} = 5,6 / 0,78 = 7,2$ bar soit 62m

**La loi autorise la plongée à l'air jusqu'à 60m
selon les prérogatives du plongeur et sans dépassement!!**

Les pressions partielles

Application à la plongée :

- ☐ Elaboration des tables de plongée
- ☐ Accidents dûs à la toxicité des gaz
- ☐ Les mélanges (nitrox, trimix...)

- ☐ Oxygénothérapie normobare et hyperbare (caisson)

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique



L'optique

Votre expérience de plongeur vous a permis de constater que :

- Les couleurs disparaissent avec la profondeur,
- On voit plus gros
- On voit plus proche
- Le champs de vision est réduit
- Et en eau trouble ou chargée, la lampe est peu efficace.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

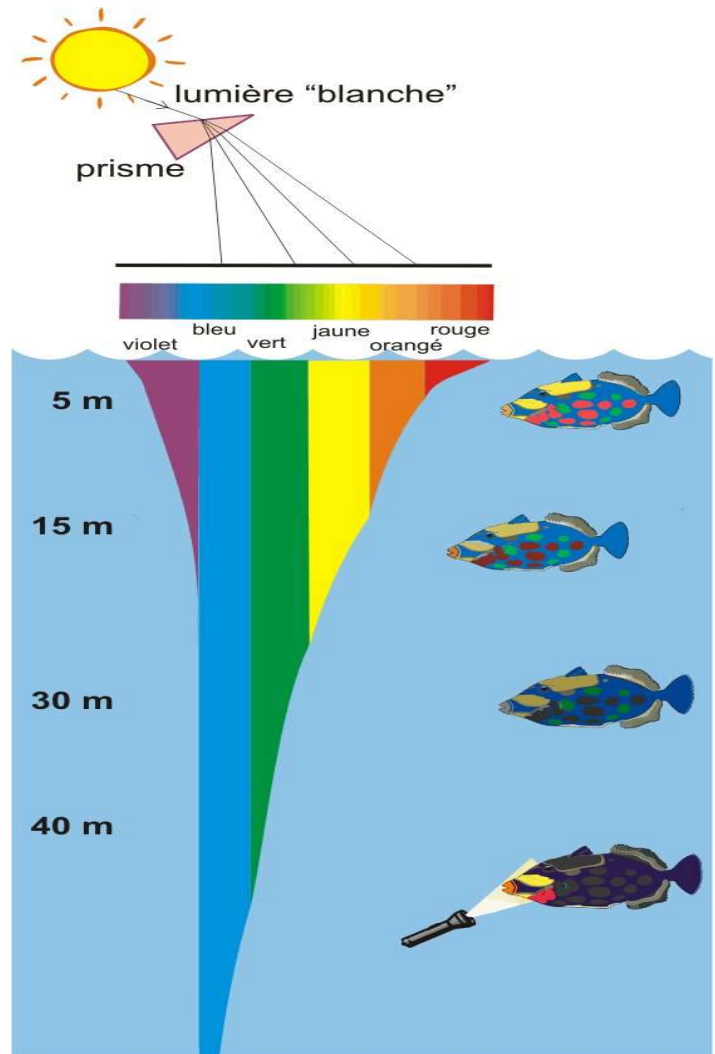
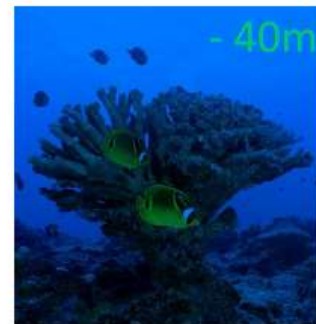
Optique

Acoustique

L'optique

Phénomène d'absorption

Les rayons du soleil qui passent dans l'eau perdent leurs couleurs au fur et à mesure de la profondeur. D'abord le rouge, puis le jaune, le vert, ...



Une lampe est donc nécessaire pour montrer toute la beauté des fonds sous marins.



Grandeurs physiques

Flottabilité

Compressibilité des gaz

Pressions partielles

Optique

Acoustique

L'optique

Phénomène de réflexion

Les rayons du soleil n'entrent pas tous dans l'eau. Ils sont réfléchis par la surface de l'eau. Plus le soleil est haut dans le ciel, moins il y aura de rayons réfléchis et les couleurs sous l'eau seront d'autant plus vives.

Grandeurs physiques

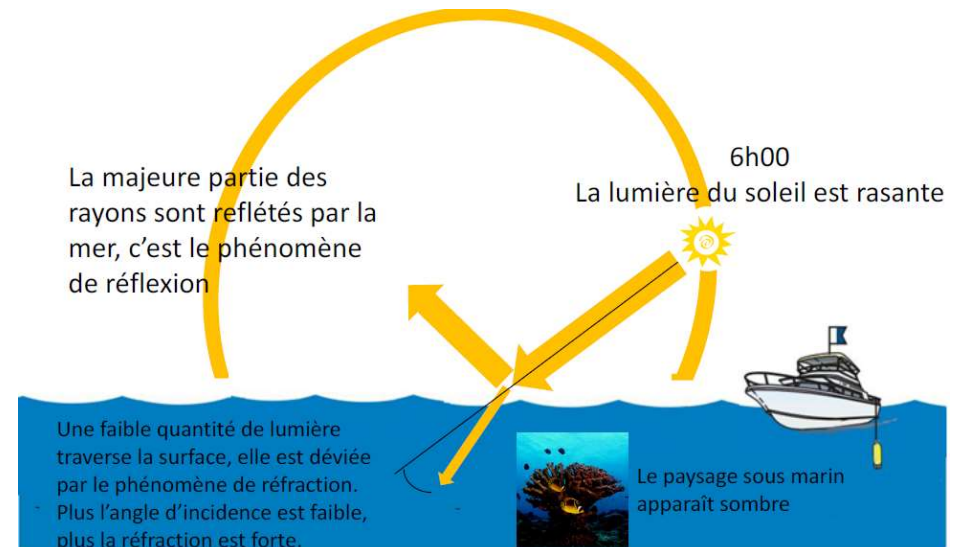
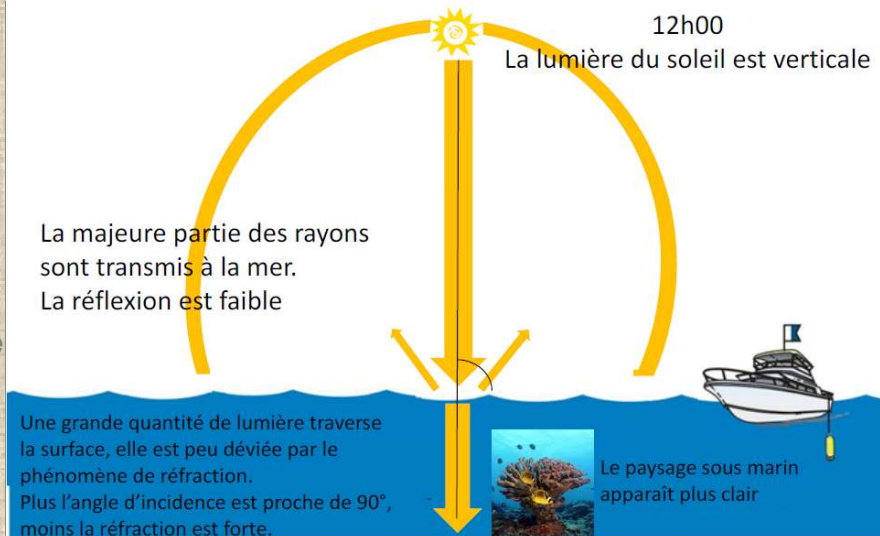
Flottabilité

Compressibilité des gaz

Pressions partielles

Optique

Acoustique



Penser à prendre une lampe pour compenser la perte de la luminosité.

L'optique

Phénomène de réfraction

Les rayons du soleil qui passent dans l'eau sont déformés et inversement.

Lorsque l'on plonge un bâton dans l'eau, une illusion d'optique tend à faire croire que ce bâton s'est brisé au contact de l'eau. L'indice de réfraction est différent en fonction du milieu (air/liquide/matériau).

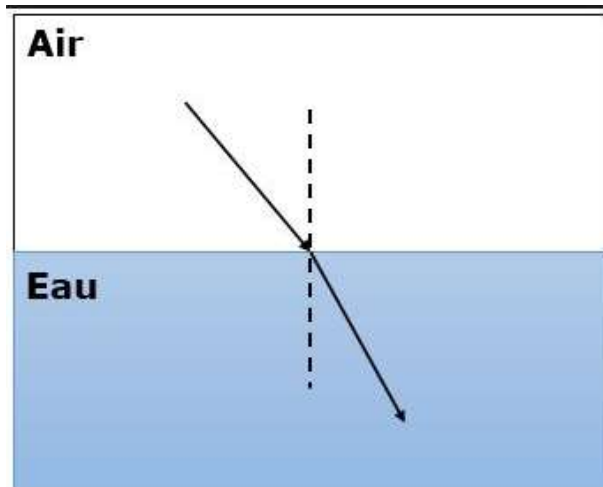
Qq indices de réfraction n :

Air $n = 1$

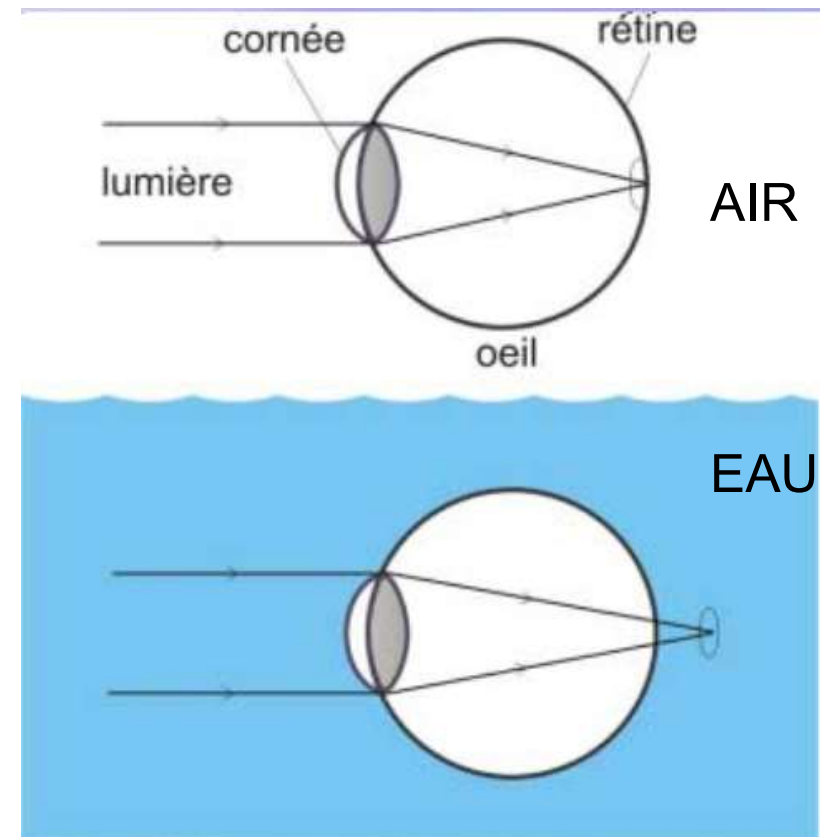
Eau $n = 1,33$

Verre $n = 1,52$

Diamant $n = 2,54$



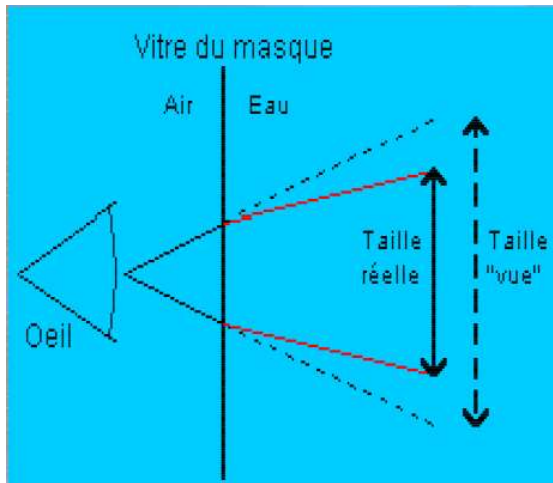
Impact sur la vision



L'optique

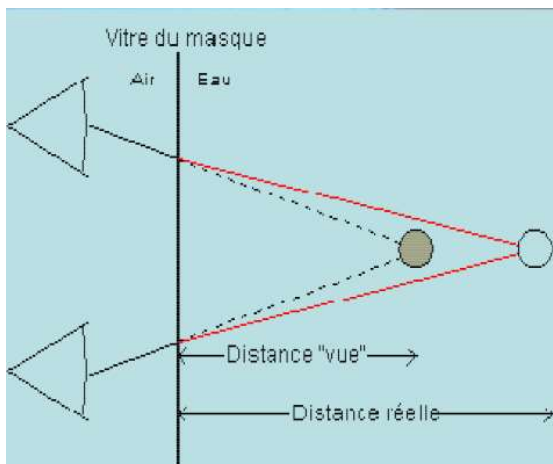
Phénomène de réfraction (suite)

L'air n'a pas le même indice de réfraction que l'eau. Le fait de passer d'un milieu à l'autre déforme l'objet et le fait paraître $\frac{4}{3}$ plus gros.



Essayer de relativiser les choses vues.
Attention aux peurs primitives des
« grosses » bêtes!

Et le fait paraître $\frac{3}{4}$ plus proche.



Attention pour attraper le bout.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

L'optique

Le rétrécissement du champ de vision à cause du masque



Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Vérifier que les membres de la palanquée trouvent leurs instruments (mano, purges, détendeurs...) sans les voir avant de plonger par exemple.

Attention notamment à la remontée, pour attraper le bout, le fil du parachute, l'échelle du bateau...

Attention au positionnement, et à bien montrer les signes en face de son encadré et dans son champ de vision.

L'optique

Phénomène de diffusion

Les rayons qui passent dans l'eau peuvent rencontrer des particules dans l'eau. Ces particules renvoient ces rayons lumineux dans tous les sens. Ce phénomène diminue l'efficacité des rayons lumineux.



- Eviter de soulever les particules du fond
- Vérifier le lestage
- Vérifier que le matériel soit bien attaché pour que rien ne traîne
- Choisissez des couleurs claires et peu absorbées pour être reconnaissable sous l'eau,
- N'hésitez pas à vous munir de matériaux réfléchissants.
- Une lampe flash pour être facilement repéré par sa palanquée peut être utilisée.

Par visibilité réduite, imposez un positionnement des membres de la palanquée, limitez la zone d'exploration, allumez les lampes/flash surtout pour être vu, éviter d'avoir à faire des paliers. Vérifier que les membres de la palanquée trouvent leurs instruments sans les voir.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

L'optique

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Différents facteurs :

La réflexion
La réfraction
La diffusion
L'absorption
La salinité et la clarté de l'eau
Le masque



contribuent à
modifier la
perception du
plongeur sous-
marin



Et notamment :
La distance
La dimension
La couleur des
objets.

L'acoustique

A retenir :

Dans l'air, le son se propage à une vitesse d'environ **330m/s**.

Dans l'eau, la vitesse de propagation de l'onde sonore est d'environ **1500 m/s**. (soit presque 5 fois plus vite que dans l'air).

Compte tenu que cette vitesse de propagation est importante, et considérant un écart entre nos 2 oreilles de 10 cm environ. Il est difficile de déterminer la source d'un bruit.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

GP : à l'approche de la surface, Attention aux bruits (moteur de bateau) + un **tour d'horizon** nécessaire pour vérifier le dégagement de l'espace. Le **parachute** doit être déployé lorsque vous ne remontez pas au pendeur.

Pour l'**appel d'un plongeur** de sa palanquée, on pourra taper sur la bouteille avec un couteau ou plomb par exemple ou dans ses mains.

Pour le **rappel des plongeurs** en immersion (en dehors des pétards de rappel) : frapper la partie immergée de l'échelle, frapper violemment la surface de l'eau avec un objet dur et plat.

Attention à la faune, le bruit les fait fuir.

L'acoustique

Exercice

*Alors que vous êtes en plongée, vous entendez le son d'une explosion sous-marine 6 secondes après qu'elle ait eu lieu.
A quelle distance de l'explosion êtes vous situé ?*

Le son se propage à 1500 mètres par seconde dans l'eau.
Distance de l'explosion : $1500 \times 6 = 9000$ mètres soit 9 km.

Grandeurs
physiques

Flottabilité

Compressibilité
des gaz

Pressions
partielles

Optique

Acoustique

Evaluation finale

Epreuve théorique n° 12 : ASPECTS THÉORIQUES DE L'ACTIVITÉ

- Coefficient 2
- C'est une épreuve **écrite** destinée à vérifier les connaissances théoriques du candidat dans des aspects utilisables dans la pratique habituelle de l'activité, en-dehors du matériel de plongée.
- Elle doit comporter **au moins 3 problèmes** différents et indépendants.
- La durée de l'ensemble des trois épreuves écrites n° 10, 11 et 12, ne doit pas excéder 2 heures et 15 minutes



GUIDE DE PALANQUEE – NIVEAU 4

Merci de votre attention