

1. Calcul de consommation - J'ai une consommation normale et dispose d'un mono de 12L gonflé à 200bars. Nous sommes au 5ème jour de stage, en successive. C'est la dernière plongée avant le retour. Après 1' de descente rapide, j'arrive sur une épave posée sur un fond de 20mètres. Je l'explore pendant 25'. Puis-je effectuer un palier de sécurité compte tenu du fait que le responsable de sortie exige que l'on sorte avec 50 bars dans notre bouteille. (4pts)

1. Air disponible : $12L \times (200 - 50) = 1800L$

2. Descente 1' à pression moyenne 2bars : consommation = $1min \times 20L/min \times 2bars = 40L$

3. Sur le fond : $25min \times 20L/min \times 3bars = 1500L$

4. Remontée : $2min \times 20L/min \times 2bars = 80L$

5. Palier de sécurité de 5min à 5mètres : $5min \times 20L/min \times 1,5bar = 150L$

Total consommation = 1770L

2. Une violente explosion sous marine a lieu alors que nous sommes en plongée à 6 kms de distance. Le skipper s'étonne de nous voir remonter l'échelle dare-dare. Expliquez pourquoi par un calcul chiffré. (3pts)

Le son se déplace dans l'eau, de par la densité du milieu plus rapidement que dans l'air. Un son produit à 6kms sera perçu dans l'eau après 4 sec (1500m/sec) et dans l'air après 18 sec

(330m/sec). Un plongeur percevra donc l'explosion 14sec avant le skipper, ce qui lui donne le temps de remonter (calcul théorique...)

3. Calcul de tension - A la sortie d'une plongée profonde la tension en N2 du compartiment 120' est de 1,2 bar. Quelle sera la tension en N2 de ce compartiment 4 heures après la sortie de l'eau (au niveau de la mer) ? (prendre des valeurs arrondies au 1/10ème). (3pts)

Tension de départ en N2 1,2 bar.

Tension minimum de N2 en surface 0,8 bar

Différence entre les deux tensions 0,4 bar.

Après deux périodes la différence de tension aura perdu 75% de sa valeur, soit 0,3 bar.

La tension en après 4 heures en surface sera donc de 1,2 bar – 0,3 bar = 0,9 bar.

4. Un plongeur se trouve depuis plus de 24H00 dans une maison sous la mer (type cloche à plongeur) qui est immergée à une profondeur de 10mètres. Il est équipé d'un profondimètre type capillaire et il part en exploration. A quelle profondeur se trouve-t- il réellement lorsqu'il lit sur son profondimètre :

10mètres ?

20mètres ? (4pts)

R1. Si le profondimètre indique 10 mètres, la pression a été doublée depuis le départ =>

$P = 2 \times 2 = 4 bars \Rightarrow$ profondeur réelle = 30 mètres

R2. Si le profondimètre indique 20 mètres, la pression a été triplée depuis le départ =>

$P = 2 \times 3 = 6 bars \Rightarrow$ profondeur réelle = 50 mètres

5. Un plongeur dispose d'une part d'une bouteille d'une contenance de 12 L gonflée à 140 Bars et, d'autre part, d'une bouteille d'oxygène d'une contenance de 8 litres gonflée à 200 Bars. (4pts)

1. S'il équilibre les deux bouteilles, quelle va être la pression ?

2. Quel sera le pourcentage d'O₂ ?

Air 12X140=1680 Litres O₂ 1680X20%=336 Litres

O₂ 8X200=1600 Litres

Total 3280 Litres

Pression 3280/20=164 Bars

Litres O₂ 336+1600=1936 Litres

Pourcentage O₂ 1936/3280=0,59 =>59%

6. Donner une définition de la profondeur équivalente (2pts)

La profondeur équivalente est la profondeur pour laquelle avec de l'air atmosphérique, on aura

la même pression partielle d'azote que celle que l'on subit avec le mélange à la profondeur maximum.

7. Après un séjour de 20 minutes à une profondeur de -50 mètres la tension en N₂ du compartiment 120' est de 1,237 bar.

Quelle sera la tension en N₂ de ce compartiment 4 heures après la sortie de l'eau (au niveau de la mer) ?

(On néglige le temps de remontée et de palier) (4pts)

Tension de départ en N₂ 1,237 bar.

Tension minimum de N₂ en surface 0,81 bar

Différence entre les deux tensions 0,436 bar

4 heures équivalent à 2 périodes du tissu 120'

Après deux périodes la différence de tension aura perdu 75% de sa valeur 0,327 bar.

La tension après 4 heures en surface sera donc de 1,237 bar - 0,327 bar = 0,910 bar.

8. Un mélange O₂-N₂ autorise une plongée à 30 mètres sans risque d'hyperoxie. (4pts)

Quelle est sa teneur en O₂ ?

Quelle est dans ce cas la profondeur d'entrée dans les tables de plongée à l'air ? (on admet que l'hyperoxie se déclenche à partir d'une Pp O₂ = 1,6 Bars)

Concentration O₂ = 1,6 / 4 X 100 = 40%

Prof équ = 4 / 0.8 X 0.60 = 3 Bars => 20m

9. La vitesse de dissolution de l'azote dépend de la profondeur. Explique. (2pts)

Faux. C'est la quantité d'azote qui varie.

- 10. Vous avez de la chance. Vous êtes en vacances plongées dans un pays méditerranéen où il n'existe aucune législation en matière de patrimoine historique. Lors de votre première plongée vous découvrez un navire romain qui transportait des jarres dont vous évaluez la masse à 60 Kgs et le volume à 50 Litres. Il vous en faut au moins une !! (peau de mer = $1,035 \cdot 10^3 \text{kg/m}^3$)**
- a. Quel volume minimum doit avoir le parachute de levage que vous allez emporter lors de votre prochaine plongée (la masse du parachute est négligeable) ? (3pts)**
- b. Pourquoi, le parachute étant complètement gonflé, l'ensemble prend -il rapidement de la vitesse une fois décollé du fond ? (2 pts)**

Rép : a. $F_{Arch} = \text{peau de mer} \cdot V_{parachute} \cdot g$

$F_{Poids} \text{ de la jarre} = m_{jarre} \cdot g$

A l'équilibre ; $F_{Arch} = F_{Poids}$

$P \cdot V \cdot g = m \cdot g$

Donc, $V_{parachute} = m/p = 60/1,035 \cdot 10^{-3} = 5,797 \cdot 10^3 \text{m}^3 = 57,97 \text{Litres}$

b. Après avoir décollé du fond, F_{Arch} agit également sur le volume de la jarre alors que le Poids est inchangé. La résultante des forces est donc dirigée vers le haut ce qui engendre une accélération.

- 11. Citez les phénomènes auxquels sont soumis les rayons lumineux pénétrant dans l'eau. Expliquez-en un brièvement. (4 pts)**

Rép : Absorption : L'eau absorbe progressivement les différentes composantes de la lumière.

Le rouge disparaît d'abord

A 30m, le jaune a disparu

Entre 30 et 60m, tout devient bleu-vert puis noir.

Diffusion : Dispersion de la lumière dans toutes les directions au contact de l'eau et des particules.

Réflexion : Phénomène par lequel la lumière est réfléchi sur la surface de l'eau.

Réfraction : Changement de direction de l'onde lumineuse passant de l'air dans l'eau ou inversement.

- 12. Mon mono 15 Litres est gonflé à 220 bars et le mono 12 Litres de mon épouse est gonflé à 100 bars. Après équilibrage pouvons-nous plonger ensemble 20' à 40 mètres (on néglige le temps de remontée et les paliers) ? (Cons. = 20L/min) (4 pts)**

Rép : Quantité d'air disponible = $(220 \cdot 15) + (100 \cdot 12) = 4500 \text{Litres}$

Après équilibrage, on a $P = 4500/(15 + 12) = 166,66 \text{bars}$

Dans le 12L il y a $166,66 \cdot 12 = 2000 \text{Litres}$

A 40m, on peut tenir, à raison de 20L/min en surface :

$2000/(20 \cdot 5) = 20'$

Je ne pourrai en conséquence effectuer la plongée, puisque mon épouse verra sa bouteille vide au moment d'effectuer la remontée et les paliers.

13. Après combien de périodes un tissu est-il considéré saturé (ou désaturé) ? Démontrez le bien-fondé de cette approximation. (3 pts)

Rép : Un tissu est considéré comme saturé/désaturé après 6 périodes.

La période est le temps de demi-saturation, donc

Après 1 période, on a 50% de saturation

2 périodes, 75%

3 périodes, 87,5%

4 périodes, 93,75%

5 périodes, 96,875%

6 périodes, 98,4375%, soit environ 100%

Il est à noter qu'en théorie on ne sera jamais complètement saturé ou complètement désaturé.

14. A l'aide de la loi appropriée (citez cette loi), expliquez pourquoi un palier effectué à l'oxygène pur va accélérer la désaturation. (4pts)

Rép. : La loi de Dalton nous dit : A température constante, la pression d'un mélange gazeux est égale à la somme des pressions qu'aurait chacun des gaz s'il occupait seul le volume total.

En fonction de cette loi, si l'on effectue un palier à l'oxygène pur, ce gaz va tendre à occuper le volume de notre organisme où sa pression partielle est moindre que dans l'air inspiré. De la manière inverse, l'azote va diffuser vers les poumons où sa pression partielle est nulle. Il va donc s'éliminer plus rapidement.