

Question (4 points) 19ATA-AM-4-01(1)-C

Un plongeur est équilibré, en surface (poids réel = poussée Archimède).

1) Comment évoluera sa flottabilité à 40 mètres ? (justifier) (0,5point)

Flottabilité négative car poids réel > poussée Archimède

2) Donner un exemple expliquant cette variation de flottabilité. (0,5point)

- Diminution du volume de la combinaison due à la profondeur
- Diminution des volumes déformables du corps (intestins, ventre diminution du tour de taille 1 ou 2 crans de ceinture)

3) Ce plongeur introduit 6 litres dans son gilet à 40 mètres pour se rééquilibrer. Quel volume d'air le plongeur aura-t-il dans son gilet à 20 mètres, 10 mètres (sans action sur le gilet) ? (1 point)

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

$$20m : (6 \times 5) / 3 = 10 \text{ L}$$

$$10m : (6 \times 5) / 2 = 15 \text{ L}$$

4) Pourquoi purge-t-on le(s) gilet(s) durant une assistance ? (2 points)

Régulation de l'augmentation de volume des bouées (due à la diminution de pression) qui influencera la poussée Archimède et modifiera ainsi la vitesse de remontée.

Les termes à retrouver dans la réponse sont poussée Archimède, volume et vitesse. (1 point par relation avec le terme)

Question (4 points) 19ATA-AM-4-04(1)-C

Un ami pêcheur vous demande de remonter un lest bétonné posé à 35 mètres de fond vers la surface afin de le gruter et l'embarquer sur son bateau avec un palan. Après infos, le lest à un volume de 45 litres et une densité de 2,2 kg/L. Vous disposez d'un parachute ouvert de 70 litres. (densité de l'eau = 1 kg/L)

1) Quelle quantité d'air minimale, à pression ambiante, allez-vous devoir injecter dans le parachute afin que le lest se soulève ? (2 points)

$$\text{Poids apparent du lest: } (45 \times 2,2) - 45 = 54 \text{ kg.}$$

$$\text{Quantité d'air à injecter: } 54 \text{ L.}$$

2) A partir de quelle profondeur le parachute sera-t-il rempli ? (2 points)

Profondeur à atteindre pour remplir le parachute :

$$4,5 \times 54 = P \times 70$$

$$P = \frac{4,5 \times 54}{70} = 3,47 \text{ bars}$$

Le parachute sera rempli à 25,3 mètres de profondeur. 24,7 mètres

Question (4 points) 19ATA-AM-4-05(1)-C

Une ancre en fonte est posée sur un fond de 30 mètres et occupe un volume de 5 litres. Un plongeur décide de la remonter en utilisant un parachute de 40 litres de volume et de poids apparent nul.

Densité de la fonte = 8

Densité de l'eau = 1

1) Quel volume d'air minimum doit-on injecter dans le parachute pour faire décoller l'ancre ? (2 points)

$P_{app} = 8 \times 5 - 5 = 35 \Rightarrow$ Son poids apparent est de 35 kg, 35 litres d'air seront nécessaires pour une flottabilité neutre.

2) A quelle profondeur le parachute sera-t-il rempli d'air ? (2 points)

$PV = Cte$

Pression ambiante au remplissage maximum :

30 m \Rightarrow 4 bar

$4 \times 35/40 = 3,5 \text{ bar} \Rightarrow$ 25 mètres

Question (6 points) 19ATA-AM-6-02(2)-C

Pendant leur exploration, des plongeurs trouvent à 30 mètres un bloc en plomb, de 2 dm de large sur 3 dm de long et 1,5 dm de haut. Soucieux de l'environnement, ils décident de remonter ce bloc à l'aide d'un des deux parachutes en leur possession.

Rappels : densité du plomb : 11,3

1 dm³ = 1 l

Simplification : densité eau de mer \approx 1

1) Quelle est le poids apparent du bloc de plomb ? (4 points)

Calcul du volume du bloc : $2 \times 3 \times 1,5 = 9 \text{ dm}^3 = 9 \text{ l}$

Calcul de la masse du bloc : $9 \times 11,3 = 101,7 \text{ kg}$

Calcul du poids apparent : $P_{app} = P_{réel} - P_{Archimède} = 101,7 - (9 \times 1) = 101,7 - 9 = 92,7 \text{ kg}$

On veut $P_{app} = 92,7 \text{ kg}$

Pour obtenir une flottabilité nulle du bloc de plomb, ils devront donc injecter un volume d'air égal à la poussée d'Archimède dans un parachute.

2) A quelle quantité d'air équivalent surface cela correspond-il ? (2 points)

$92,7 \times 4 = 370,8 \text{ L d'air détendu}$

Question (6 points) 19ATA-AM-6-03(2)-C

Un plongeur préparant le guide de palanquée a de grandes difficultés à maîtriser sa remontée au gilet. Il a un poids de 70 kg, son matériel pèse 4 kg et il a 7 kg à la ceinture.

Densité de l'eau = 1

- 1) A 30 mètres, il a un volume de 70 litres. Combien d'air doit-il injecter dans son gilet pour être équilibré à 30 mètres et quelle quantité d'air ramenée à 1 bar doit-il purger pendant sa remontée ? (2 points)**

Calculons le poids apparent du plongeur à 30 mètres :

$$P_{app} = P - Vd$$

$$P_{app} = (70 + 4 + 7) - 70 \times 1$$

$$P_{app} = 11 \text{ kg}$$

Pour obtenir un poids apparent nul, le plongeur doit injecter 11 litres dans son gilet

Il a 11 litres dans son gilet à 30 mètres. Il doit donc purger 11 litres à 4 bars soit 44 litres à 1 bar.

Pression (bar)	4	1
Volume d'air (litre)	11	44

- 2) Son moniteur remarque qu'il injecte de l'air dans son gilet pour se maintenir en surface. Est-ce normal ? Justifier. (1 point)**

Non, un plongeur équilibré à 3 mètres, doit être en flottabilité légèrement positive en surface du fait de la légère dilatation de l'air contenu dans la combinaison.

- 3) Calculer son juste lestage si son volume est de 76 litres à 3 mètres. (1 point)**

Calculons le poids apparent du plongeur à 3 mètres sans lestage :

$$P_{app} = P - Vd$$

$$P_{app} = (70 + 4) - 76 \times 1$$

$$P_{app} = -2 \text{ kg}$$

Pour obtenir un poids apparent nul à 3 mètres, le plongeur doit se lester de 2 kg.

- 4) Refaire les calculs de 1) et 2) avec ce nouveau lestage. (1 point)**

Calculons le poids apparent du plongeur à 30 mètres :

$$P_{app} = P - Vd$$

$$P_{app} = (70 + 4 + 2) - 70 \times 1$$

$$P_{app} = 6 \text{ kg}$$

Pour obtenir un poids apparent nul, le plongeur doit injecter 6 litres dans son gilet.

Il a 6 litres dans son gilet à 30 mètres. Il doit donc purger 6 litres à 4 bars soit 24 litres à 1 bar.

Pression (bar)	4	1
Volume d'air (litre)	6	24

- 5) Qu'en déduisez-vous ? (1 point)**

Le plongeur devrait avoir moins de difficultés à gérer sa remontée car il a beaucoup moins d'air à purger durant celle-ci.

Question (6 points) 19ATA-AM-6-06(2)-C

Un plongeur équipé d'une bouteille de 15 litres gonflée à 200 bar se trouve à une profondeur de 30 mètres pendant 18 minutes.

Le temps de descente est négligé.

Simplification : densité de l'eau : 1.

- 1) Sachant qu'il consomme 20 litres/minutes (air détendu à 1 bar en surface), quelle est la pression indiquée sur son manomètre à l'issue des 18 minutes ? (2 points)

$15 \times 200 = 3000$ L d'air disponible ; consommation à 30 mètres : 80 L/min.

Consommation en 18 minutes : $18 \times 80 = 1440$ L ; reste $3000 - 1440 = 1560$ L

Pression bloc $1560 / 15 = 104$ bar

- 2) A ce moment-là, il décide de remonter l'ancre d'un poids réel de 32 kilogrammes et de densité 8. Il dispose d'un parachute d'un volume de 30 litres (on considère le poids du parachute comme nul). Mais en même temps il veut limiter la diminution de pression du bloc à 5 bar. Quel volume d'air (à la pression ambiante) peut-il introduire ? (1 point)

Il dispose de $(5 \times 15) / 4 = 18,75$ L

- 3) L'ancre peut-elle décoller ? Justifiez votre réponse. (1,5 point)

Volume de l'ancre : $32 / 8 = 4$ dm³

$P_{app} = 32 - 4 = 28$ kg

Ce qui est supérieur aux 18,75 kg qui peuvent être remontés par le volume présent dans le parachute.

L'ancre reste au fond.

- 4) Dans le cas négatif, à quelle profondeur doit-il l'accompagner pour qu'elle remonte seule ? (1,5 point)

$4 \times 18,75 = P_2 \times 28$

$$P_2 = \frac{4 \times 18,75}{28}$$

$P_2 \approx 2,68$ bar donc 16,80 m

Question (6 points) 19ATA-AM-6-07(2)-C

Vous découvrez au cours d'une plongée à 40 mètres une ancre d'un poids réel de 60 kg et d'un volume de 10 dm³ que vous voulez remonter.

Pour cela vous introduisez 40 litres d'air dans un parachute de 60 litres.

(On négligera le poids et la poussée d'Archimède du parachute).

Simplification : densité de l'eau : 1.

- 1) Que va-t-il se passer ? Pourquoi ? (2 points)

Poids apparent de l'ensemble (ancre parachute), après introduction des 40 litres d'air :

$$P_{app} = P_{réel} - P_{archi} = 60 - (10 + 40) = 10 \text{ kg}$$

Ce qui est supérieur à 0, donc la flottabilité est négative. L'ancre reste au fond.

2) A partir de quelle profondeur pourrez-vous lâcher l'ensemble (parachute et ancre) sans qu'il ne coule ? (2 points)

Le poids apparent sera nul, lorsque le volume du parachute aura atteint $60 - 10 = 50$ litres

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

L'équilibre sera donc atteint à 30 mètres.

3) Quel sera le volume d'air dans le parachute arrivé en surface ? (2 points)

Volume de l'air en surface : $5 \times 40 = 1 \times V$ donc $V = 200$ 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.

Question (6 points) 19ATA-MA-6-08(2)-C

A la fin de votre plongée sur une épave à 30 mètres, le Directeur de Plongée vous a demandé de prendre en charge la remontée de l'ancre d'un poids réel de 50 kg et dont le volume est de 10 dm^3 .

Pour cela, vous introduisez 30 litres d'air dans un parachute de 50 litres.

(on négligera le poids du parachute – densité de l'eau 1)

1. Que va-t-il se passer ? expliquez-le par des calculs. (2 points)

Poids apparent de l'ancre : $50 - 10 = 40 \text{ kg}$

Flottabilité après introduction de 30 litres d'air : $40 - 30 = 10 \text{ kg}$

Poids apparent positif, l'ancre ne remonte pas, je dois donc la soulever.

2. A partir de quelle profondeur pouvez-vous lâcher l'ensemble (parachute et ancre) pour qu'il remonte seul ? (2 points)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, \text{ soit } 4 \times 30 = P_2 \times 40, \text{ soit } P_2 = (4 \times 30) / 40 = 3 \text{ bar soit } 20 \text{ mètres}$$

A partir de 20 m l'ancre commencera à remonter seule.

3. A partir de quelle profondeur l'air s'échappera du parachute ? (2 points)

$$P_1 V_1 = P_2 V_2, \text{ soit } 4 \times 30 = P_2 \times 50, \text{ soit } P_2 = (4 \times 30) / 50 = 2,4 \text{ bar soit } 14 \text{ mètres}$$

A partir de 14 mètres l'air commencera à s'échapper du parachute.

Question (6 points) 19ATA-AM-CS-6-09(2)-C

Dominique dispose d'un bi de deux fois 10 litres à 180 bar (*). Sa consommation moyenne en surface est de 20 litres par minute.

(*) Pression lue au manomètre.

Après 25 minutes à 40 mètres, Dominique veut parachuter l'ancre du bateau (volume 10 litres, densité 3,5).

Simplification : densité de l'eau = 1.

1) Combien de litres d'air peut-elle mettre dans son parachute en conservant 50 bars dans son bloc, afin d'assurer sa remonté ? (2 points)

Après 25 minutes à 40 mètres ($P = 5$ bar), Dominique a consommé :
 $25 \times 20 \times 5 = 2500$ litres (détendus à la pression atmosphérique)

La pression restante dans le bi (après les 25 min.) est donc :
 $(2 \times 10 \times 180 - 2500) / 20 = 55$ bar

Elle peut donc utiliser 5 bars de son bi, ce qui représente $5 \times 20 = 100$ litres (à une pression de 1 bar), soit 20 litres à 5 bars (40 mètres)

2) Est-ce que l'ancre peut remonter ainsi ? (Poids apparent du parachute nul) (2 points)

Poids réel de l'ancre : $10 \times 3,5 = 35$ kg

Poids apparent de l'ensemble (ancre + parachute), après introduction des 20 litres d'air :

$P_{app} = P_{réel} - P_{archi} = 35 - (10 + 20) = 5$ kg > 0 donc flottabilité négative, l'ancre reste au fond.

3) Elle a l'idée de mettre un bout entre l'ancre et le parachute. De quelle longueur devra être ce bout pour que l'ancre remonte toute seule ? (on considère que la densité de l'eau de mer est 1) (2 points)

Le poids apparent sera nul, lorsque le volume du parachute aura atteint $35 - 10 = 25$ litres

$P_1 V_1 = P_2 V_2$ soit $5 \times 20 = P_2 \times 25$ $P_2 = 4$ bar

L'équilibre sera donc atteint à 30 mètres.

Le bout devra donc avoir une longueur de 10 mètres. L'ensemble remontera tout seul dès que l'on sera remonté de quelques centimètres.

Question : (6 points) 19ATA-AM-6-10(1)-C

Dans le cadre de l'organisation de la plongée, nous avons dû mouiller l'ancre sur 20 mètres. Malheureusement, l'ancre s'est légèrement coincée et le pilote a dû larguer le mouillage. Après avoir fait surface, vous êtes chargé(e) d'aller seul(e) parachuter l'ancre.

Volume de l'ancre : 5 L

Densité de l'ancre = 9

$1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$

Par simplification on considèrera que le poids volumique de l'eau de mer est égal à 1

1) Quelle quantité d'air devrez-vous mettre dans le parachute pour mettre en situation d'équilibre l'ancre ? (1 point)

Calcul du poids réel de l'ancre = $5 \times 9 = 45$ kg

Calcul du poids apparent : $P_{app} = P_{réel} - P_{Archimède}$

$$P_{app} = 45 - 5 = 40 \text{ kg}$$

Il faudra 40 litres d'air à 20 mètres

2) Quelle est la quantité d'air détendu en surface nécessaire ? (1 point)

$$40 \times 3 = 120 \text{ litres}$$

3) Si vous disposez d'un bloc de 12 litres avec 60 bar à 20m de fond, quelle pression du bloc va être consacrée à cette opération de relevage. (1 point)

$$P1 \times V1 = P2 \times V2$$

$$P1 \times 12 = 40 \times 3$$

$$P1 = 40 \times 3 / 12 = 10 \text{ bars}$$

Il restera environ 50 bar pour réaliser la remontée et éventuels paliers.

4) En tant que GP, feriez-vous ce type d'action en situation réel ? (2 points)

Si le candidat répond oui, mettre 0/6. Redescendre à 20 m avec 60 bar, en plongée consécutive, pour parachuter, c'est dangereux. Tout comme redescendre seul !

Question (6 points) 20ATA-AM-CS-6-11(1)-C

Lors d'une plongée organisée dans votre club, le DP vous demande de parachuter l'ancre afin de ne pas racler le fond lors de sa remontée. Pour cela vous avez le choix entre 2 parachutes de poids négligeable et de volume 40 et 60 litres. L'ancre se situe à une profondeur de 25 m.

Densité de l'ancre : 10
Poids réel de l'ancre : 50 kg
Densité eau de mer ≈ 1

3) Quelle est le volume de l'ancre. (1 point)

$$50 / 10 = 5 \text{ L}$$

4) Quel est le poids apparent de l'ancre. (1 point)

$$50 - 5 = 45 \text{ kg}$$

5) Quel parachute va-t-on utiliser ? (2 points)

On utilisera le parachute de 60 L.

6) A quelle quantité d'air équivalent surface cela correspond-il ? (1 point)

$$45 \times 3,5 = 157,5 \text{ L d'air détendu}$$

7) Avec une bouteille de 12 litres, de combien de bar ce gonflage va-t-il faire baisser le manomètre ? (1 point)

$P1 \times V1 = P2 \times V2$ donc $12 \times P1 = 45 \times 3,5$ $P1 = 45 \times 3,5 / 12 = 13,125$ bar
La pression dans le bloc va chuter de 13,125 bar.

Environ 13 bar.

Question (4 points) 19ATA-AR-4-02(1)-C

**Un boîtier étanche de 5 dm³ a un poids apparent nul en lac (d=1).
Quel lestage devra-t-on introduire à l'intérieur pour lui donner le même poids apparent en mer (d=1,03) ?**

(1 point)

$P_{app} = P_{réel} - P_{archi}$
En lac ; $P_{app} = 0$ donc $P_{réel} = P_{archi} = 5 \times 1 = 5$ kg.

(3 points)

En mer ; $P_{archi} = 5 \times 1,03 = 5,15$ kg
Pour avoir de nouveau un poids apparent nul, le poids réel doit être de 5,15 kg.
Il manque donc 0,15 kg soit 150 g.

Question (4 points) 19ATA-AR-4-03(1)-C

Nous allons comparer la flottabilité entre un plongeur en recycleur et un plongeur en bouteille.

Quand Brice plonge en bouteille 15 litres en carrière il ne met pas de plombs à sa ceinture (il a une masse de 80 kg pour un volume de 80 litres).

Il doit faire un séjour en méditerranée avec son club. (Masse volumique de l'eau de mer 1,03 kg/litre)

Equipé de son recycleur, il met 4 kg de plomb pour être à nouveau en position d'équilibre, en carrière.

Remarque : vous négligerez le volume des plombs dans vos calculs

1) Quelle sera la quantité de plomb à rajouter quand il plongera en bouteille ? (2 points)

Le volume déplacé par Brice est 80 litres

Poids app = Poids réel - Poussée d'Archimède

Poussée d'Archimède = Volume d'eau déplacé x masse volumique

Donc

Poids app = $80 - 80 \times 1,03 = -2,4$ kg

Brice devra rajouter au moins 2,4 kg à sa ceinture

2) Quel volume supplémentaire de poussée d'Archimède apporté par le recycleur ? (0.5point)

Poids réel = P Archimède

$$80+4 = 80 + x$$

$$X = 84-80=4l$$

3) Quelle sera alors la quantité de plomb à sa ceinture (valeur arrondie inférieure), en recycleur ? (2 points)

Le volume (individu + recycleur) déplacé par Brice est 84 litres

Poids app = Poids réel-Poussée d'Archimède

$$\text{Poids app} = (80 + 4) - (84 \times 1,03) = -2.52\text{kg}$$

$$\text{Ceinture} = 6.5\text{kg}$$

Question (4 points) 19ATA-AR-4-04(1)-C

Le DP du bateau vous charge de remonter en fin de plongée l'ancre du mouillage à l'aide d'un parachute spécialement dédié. Mais vous vous immergez sans ce parachute.

Vous décidez de remonter l'ancre avec le parachute de palier d'un de vos équipiers.

Données :

Ancre : 30kg, 5 litres

Parachute de palier : 13l et poids réel nul

Eau de mer : masse volumique = 1,03 kg/l

1) Calculez le poids apparent de l'ancre (1 point)

$$\text{Poids apparent ancre} : \text{pds réel} - (\text{vol} \times \text{masse volumique}) = 30 - (5 \times 1,03) = 24,85 \text{ kg}$$

2) Calculez le poids apparent du parachute (1 point)

$$\text{Poids apparent parachute} : \text{pds réel} - (\text{vol} \times \text{masse volumique}) = 0 - (13 \times 1,03) = -$$

$$13,39 \text{ kg}$$

3) Calculez le poids apparent de l'ensemble (1 point)

Poids apparent parachute + ancre : $24,85 - 13,39 = 11,46$ kg

4) Que se passe-t-il ? (1 point)

L'ensemble ne remonte pas.

Question (6 points) 19ATA-AR-4-10(2)-C

Vous partez pour une plongée sur un site à 40 m, le pilote de votre club et directeur de plongée vous demande de préparer la gueuse.

Vous descendrez en dernier, vous y accrocherez le parachute et allez assurer le gonflage de celui-ci.

L'ancien vous dit « Petit la gueuse est un cylindre d'environ 2 L, et de 12,5 kg, prends le bon parachute, l'eau n'est pas plate ici, tu es en Vendée ». (Densité de l'eau est de 1)

Dans la balle à mouillage, trois parachutes sont présents : 10 L, 20 L, et 30 L.

Le poids des différents parachutes est identique 0,5Kg

(On considère que le poids de l'air dans le parachute est sans incidence)

1) Quel est poids apparent du cylindre + le parachute ? (2 points)

La gueuse à un volume 2 L

Le Parachute à un poids de 0,5 kg

Le poids de la gueuse est de 12,5 kg

Densité de l'eau 1.

Cylindre + Parachute

$$P_{app} = P_{réel} - P_{archi} = (12,5 + 0,5) - (2 \times 1) = 11$$

Le poids app est de 11 Kg

2) Quel parachute faut-il prendre à minima ? (2 points)

Celui de 20 L car celui de 10 L n'aura pas une poussée d'Archimède suffisante. (1 point)

$$(V / d) \times P = P1 \times V1$$

$$V1 = (11/1 \times 5) / 5 = 11 \text{ L (1 point)}$$

Question : (4 points) 19ATA-AR-4-11(1)-C

Une ancre de 25 kg repose sur un fond de 35 mètres.

Sa masse volumique est de 5 kg/dm³.

La densité de l'eau est égale à 1.

Vous disposez d'un parachute de poids apparent nul de 50 litres.

1) Quel est le poids apparent de l'ancre ? (1 point)

$$P_{app} = M_{ancre} - V_{ancre} \times \text{densité eau. Donc } P_{app} = 25 - 5 \times 1 = 20 \text{ kg}$$

2) Quel volume d'air, détendu en surface, devez-vous mettre dans le parachute pour équilibrer l'ancre ? (1 point)

$$\text{A } 35 \text{ m, } P_{abs} = 4.5 \text{ bar donc } 20 \text{ L à } 35 \text{ m à } 4.5 \times 20 = 90 \text{ L en surface}$$

3) A partir de quelle profondeur le parachute va-t-il déborder ? (2 points)

Lorsque le volume du parachute aura dépassé 50 litres (1 point)

$$4.5 \times 20 = P_{abs} \times 50 \Rightarrow P_{abs} = 90 / 50 = 1.8 \text{ bars donc } 8 \text{ mètres (1 point)}$$

Question (6 points) 19ATA-AR-6-01(2)-C

Un plongeur veut remonter une ancre de 200 kg, de densité 10 par rapport à l'eau (densité 1), immergée à 40 m.

1) Quel doit être le volume minimum du ballon de remontée ? (2 points)

$$P_{réel} - P_{parchi} = P_{app}$$

$$V_{ancre} = 200 / 10 = 20 \text{ l donc } P_{parchi} = 20 \text{ kg, donc } P_{app} = 180 \text{ kg}$$

$$\text{En négligeant le poids de l'air et du parachute : } V_{min} = 180 \text{ l}$$

2) De combien de bouteilles de 10 l, gonflées à 200 b, aura-t-il besoin ? (2 points)

$$180 \text{ l à } 40 \text{ m, soit } 180 \times 5 = 900 \text{ l d'air à mettre dans le ballon.}$$

$$10 \text{ l à } 200 \text{ bar, soit } 2000 \text{ l d'air disponibles, donc une bouteille suffit.}$$

3) Quelle sera la pression restant dans les bouteilles utilisées ? (2 points)

$$\text{Pression restante : } (2000 - 900) / 10 = 110 \text{ bar.}$$

Question (6 points) 19ATA-AR-6-02(2)-C

Un photographe subaquatique dispose :

- d'un caisson de poids 1,5 kg et de volume de 3,5 décimètre cube,
- d'un appareil photo de 0,6 kg,
- des plombs d'un kg et de 0,5 kg.

Il plonge dans une eau salée de densité 1,03. Il veut régler le poids apparent de son appareil quasiment nul en mettant des plombs à l'intérieur du caisson.

Combien devra-t-il mettre de plombs ?

$$\text{Poussée d'Archimède sur le caisson : } 3,5 \times 1,03 = 3,605 \text{ kg}$$

$$\text{Poids réel du caisson et de l'appareil photo : } 1,5 + 0,6 = 2,1 \text{ kg}$$

$$\text{Pour obtenir un poids apparent nul, il manque donc dans le caisson : } 3,605 - 2,1 = 1,505 \text{ kg}$$

En mettant 1,5 kg de plomb dans le caisson, le poids apparent de l'ensemble sera quasiment neutre.

$$P_{app} = P_{réel} - P_{poussée\ Arch} = (2,1 + 1,5) - 3,605 = 3,6 - 3,605 = -0,005\text{ kg}$$

Question (6 points) 19ATA-AR-6-03(2)-C

En mer, un plongeur pesant 92 kilos en incluant sa ceinture de 5kg est équilibré à 3 mètres en fin de plongée.

- 1) Quel est la poussée d'Archimède nécessaire pour obtenir un poids apparent nul ? (1 point)**

Si poids réel = 92 kg, la poussée d'Archimède est de 92 L.

- 2) Ce plongeur ayant un volume de 89L désire plonger en carrière. Devra-t-il modifier son lestage pour rester équilibré à 3 mètres ? Si oui, quel sera ce nouveau lestage (au kilogramme près) ? (1 point)**

Poids Apparent = Poids Réel – Poussée d'Archimède

$$Poids\ Apparent = (92-5) - 89$$

$$Poids\ Apparent = 87-89$$

$$Poids\ Apparent = -2\text{kg}$$

Pour être équilibré soit un poids apparent de 0, le plongeur portera 2 kg.

Ce qui revient à enlever 3kg de son lest actuel.

En eau douce (carrière, lac) on allège son lestage à la baisse.

- 3) Au cours de sa plongée en carrière, il retrouve à 25 m un corps mort qu'il désire remonter en surface. Celui-ci pèse 47 kg et occupe un volume de 10 L. Il dispose pour cela d'un parachute de 100 L (poids négligeable) dans lequel il insuffle 30 L d'air. Quel sera alors le poids apparent de l'ensemble parachute/corps mort ? (2 points)**

Poussée d'Archimède : 1 L → 1 kg (densité = 1)

$$P_{app} = P_{réel} - P_{Archi} = 47 - 10 - 30 = 7\text{ kg}$$

- 4) A partir de quelle profondeur ne sera-t-il plus nécessaire de palmer pour remonter l'ensemble? Justifiez vos réponses. (2 points)**

Equilibre atteint pour :

$$P_{app} = 0$$

$$P_{réel} = P_{Archi}$$

$$P_{Archi\ parachute} = 37\text{ kg}$$

$$\text{Volume d'air dans parachute : } V = 37\text{ L}$$

$$\text{Pression dans parachute : } P = (30 \times 3.5) / 37 \approx 2,84\text{ bar}$$

Soit une profondeur d'environ 18 mètres.

Question (6 points) 19ATA-AR-6-04(2)-C

Un plongeur N3 s'immerge en mer (densité de l'eau de mer 1,03). Il sait qu'il pèse 98 Kg tout équipé et a un volume (toujours tout équipé) de 101 dm³. Il est équipé d'un bloc de 15 l gonflé à 230 bar.

On considère que le poids volumique des différents gaz est équivalent à celui de l'air soit 1,23 g/l et l'on arrondira chaque résultat à la première décimale.

1) Quel lestage, dont on négligera le volume a-t-il besoin pour être parfaitement équilibré ? (2 points)

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = 0$$

$$P_{arch} = 101 \times 1,03 = 104,03 \text{ Kg soit environ } 104 \text{ Kg}$$

$$P_{réel} = 98 + \text{Lestage} = P_{arch}$$

$$\text{Lestage} = P_{arch} - 98 = 104 - 98 = 6 \text{ Kg}$$

2) Sachant que lorsqu'il remonte, il lui reste 35 b dans son bloc. Quelle sera sa flottabilité à ce moment ? (2 points)

Quantité d'air consommée :

$$15 \times (230 - 35) = 2925 \text{ L}$$

$$\text{Poids de l'air consommé} : 2925 \times 1,23 = 3598 \text{ g soit } 3,6 \text{ Kg}$$

Sa flottabilité sera alors :

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = (98 + 6 - 3,6) - 104 = - 3,6 \text{ Kg}$$

Le plongeur aura donc une flottabilité positive de 3,6 kg.

3) Ce plongeur débute une formation au Trimix et va devoir s'équiper en plus d'un bloc déco de 9 L à 200 b (volume extérieur 10 dm³) d'un poids de 11 kg. Quel sera son nouveau lestage en début de plongée? (2 points)

$$P_{app} = P_{réel} - P_{arch}$$

$$\text{Poids apparent du bloc vide} : 11 - 10 = 1 \text{ kg}$$

$$\text{Poids du gaz emporté dans la déco} : 9 \times 200 \times 1,23 = 2,214 \text{ Kg soit } 2,2 \text{ kg environ}$$

$$\text{Poids apparent de la déco gonflée} : 3,2 \text{ kg}$$

Le plongeur devra donc modifier son lestage pour tenir compte de ce poids apparent supplémentaire.

$$\text{Poids nouveau lestage} = \text{Poids ancien lestage} - P_{app} \text{ Déco} = 6 - 3,2 = 2,8 \text{ kg}$$

Question (6 points) 19ATA-AR-6-05(2)-C

1) On propose souvent pour vérifier le lestage des plongeurs d'une palanquée la méthode suivante : en surface avec une ventilation sur le volume courant, le niveau d'eau se trouve au milieu du masque. Que se passe-t-il ? Donnez l'explication physique (flottabilité, descente) (2 points)

Le plongeur est en légère flottabilité positive en surface.

Lorsqu'il expirera d'un litre ou deux cela lui permettra de passer en flottabilité négative et de descendre sans trop d'effort.

Quel est l'intérêt de cette méthode ? (sécurité, simplicité) (1point)

Intérêt :

- Les ajustements sont faciles en surface
- Sécu, le plongeur flotte en surface
- Il faut expirer à la descente
- Tenir un palier sans effort puisque équilibré à 3 m

2) L'un de ces plongeurs vous demande comment il doit modifier son lestage s'il décide de prendre un 15 l plutôt qu'un 12 l (blocs gonflés à 200 b).

12 l → volume extérieur de 14 l et poids de 16 kg

15 l → volume extérieur de 16 l et poids de 18 kg

Note 1 : 1 l d'air a 1 b pèse 1,3 g, et 1 l d'eau pèse 1 kg.

Note 2 : pour arrondir vos résultats au kilo, ajoutez 1 si le chiffre après la virgule est supérieur à 5, supprimez le chiffre après virgule sinon. (exemple : 2,8 devient 3 et 2,2 devient 2)

Calculez le poids apparent de chacun des blocs au début de plongée (2 points)

12 l

Poussée d'Archimède = 14 l → 14 kg

Poids de l'air à 200 b = $12 \times 200 \times 1,3 = 3120 \text{ g} = 3,12 \text{ kg} \rightarrow 3 \text{ kg}$

Poids total du bloc = $16 + 3,12 = 19,12 \text{ kg} \rightarrow 19 \text{ kg}$

Poids apparent = $19,12 - 14 = 5,12 \text{ kg} \rightarrow 5 \text{ kg}$

15 l

Poussée d'Archimède = 16 l → 16 kg

Poids de l'air à 200 b = $15 \times 200 \times 1,3 = 3900 \text{ g} = 3,9 \text{ kg} \rightarrow 4 \text{ kg}$

Poids total du bloc = $18 + 3,9 = 21,9 \text{ kg} \rightarrow 22 \text{ kg}$

Poids apparent = $21,9 - 16 = 5,9 \text{ kg} \rightarrow 6 \text{ kg}$

Qu'en concluez-vous ? (1point)

Le plongeur peut retirer un kilo

Question (6 points) 19ATA-AR-6-06(2)-C

On veut remonter un bateau coulé, posé à l'envers sur un fond de 30 m. Son poids réel est de 3 tonnes, son volume est de 500 litres (il s'agit du volume du matériau de la coque – bois, fer etc...). On considère que la densité de l'eau de mer est de 1.

1) Quel est le poids apparent de l'épave ? (1 point)

$P_{app} = P_{réel} - P_{arch} = 3000 - 500 = 2500 \text{ kg}$

2) On y vide un bloc de 12 l gonflé en surface à 200 bar (lu au mano). Quel est le nouveau poids apparent ? (1 point)

Volume d'air disponible : $12 \text{ l} \times (200 - 3) = 12 \times 197 = 2364 \text{ litres détendus}$

Soit à 4 bar de pression : $2364 / 4 = 591 \text{ litres}$

$P_{app} = P_{réel} - (P_{arch}(coque) + P_{arch}(air)) = 3000 - (500 + 591) = 1909 \text{ kg}$

- 3) L'entreprise de relevage, dispose d'un parachute (*de poids et volume négligeables*) pour remonter l'épave. Ce parachute est fixé sur la coque à la profondeur de 30 m. Sachant que l'air disponible pour le gonflage du parachute est stocké dans 2 blocs de 15 L gonflés à 230 bar (*lu au mano*), pourra-t-on remonter l'épave ? Pourquoi ? (2 points)**

Pour remonter l'épave, il faut un volume d'air de 1909 L dans le parachute à 4 b. Le volume d'air détendu nécessaire est donc de : $1909 \times 4 = 7636$ litres

Volume disponible dans les blocs : $30 \times (231-4) = 30 \times 227 = 6810$ litres

On ne pourra donc pas remonter l'épave avec ce dispositif

- 4) Le chef de chantier dispose d'un cordage, et il lui vient une idée qui lui permettra de remonter le bateau coulé. Quelle est cette idée ? De combien doit-être au minimum la longueur du cordage pour réaliser l'opération prévue ? On néglige la longueur nécessaire aux amarrages. Le poids et le volume du cordage sont négligeables. (2 points)**

La technique consiste à remonter le parachute pour que l'on puisse le gonfler davantage.

Il faut un volume d'air de 1909 L dans le parachute pour remonter le bateau.

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$P_2 = (1 \times 6810) / 1909 = 3,57 \text{ bar}$$

Le ballon sera donc suffisamment gonflé avec le stock d'air disponible lorsque la P amb sera de 3,57 bar soit une profondeur de 25,7 m. La longueur minimale du bout sera donc $30 - 25,7 = 4,3$ m

Question (6 points) 19ATA-AR-6-07(1)-C

Un caisson photographique indéformable pèse 3 kg et a un volume extérieur de 3 L. Un plongeur s'immerge avec ce caisson en carrière à une profondeur de 20 m (on précise que la densité de l'eau de la carrière est égale à 1).

- 1) Lors d'une manipulation, il lâche le caisson. Que se passe-t-il ? Justifier votre réponse ?**

Le caisson reste en équilibre. (0,5 point)

Poussée d'Archimède = 3 kg et Poids = 3 kg sont égaux donc le caisson est à l'équilibre. (1 point)

- 2) Que se passe-t-il lorsque le caisson est lâché en mer à cette profondeur de 20 m : la densité de l'eau de mer est de 1,03. Justifier votre réponse ?**

Le caisson remonte. (0.5 point)

La poussée d'Archimède augmente car la densité de l'eau augmente donc Poussée d'Arch > 3 kg et poids = 3 kg. Donc Poussée d'Arch > Poids et le caisson remonte. (1 point)

- 3) Que doit faire le plongeur en eau de mer pour que le caisson ait le même comportement qu'en eau douce ? Donner une réponse chiffrée ? (3 points)**

Calcul de la poussée d'Archimède dans l'eau de mer.

$$P_{Arch} = 3 \times 1,03 = 3,09 \text{ kg}$$

$$P_{app} = P_{réel} - P_{Arch} = 0$$

$$\text{Donc } P_{Arch} = P_{réel}$$

Il faut rajouter 0.09 Kg à l'intérieur du caisson.

Question (6 points) 19ATA-AR-6-08(1)-C

Vous allez encadrer en explo (en mer densité de 1,03) 1 plongeur N2. Vous vous préoccupez de son lestage. Ce plongeur, Kevin, tout équipé avec un bloc de 12 litres a un poids (masse totale) de 94 kg et un volume global de 97 litres (tout équipé).

1) Quel lestage doit-il prendre ? (2 points)

Flottabilité et Archimède

$$\begin{aligned} \text{Poids apparent} &= \text{poids réel} - \text{poussée d'Archimède} \\ &= \text{poids réel} - [\text{volume d'eau déplacé (plongeur + équipement)} \times \\ &\quad \text{densité eau}] \end{aligned}$$

le plongeur Kevin :

$$\begin{aligned} \text{poids apparent} &= \text{poids réel} - \text{poussée d'Archimède} \\ &= 94 - (97 \times 1,03) = 94 - 99,91 = - 5,91 \text{ kg} \end{aligned}$$

il a besoin de 6 kg de lestage.

2) De retour de plongée, il vous dit qu'en carrière avec le même équipement, il met 4 kg de lestage. Que lui expliquez-vous ? (2 points)

En carrière son poids apparent est : $94 - (97 \times 1) = - 3 \text{ kg}$ (1 point)

Donc s'il met 4 kg, il est **sur lesté**, donc il coule, c'est donc **dangereux**. (1 point)

3) En tant que guide de palanquée, quels sont les éléments que vous prenez en compte pour votre variation de flottabilité et celle de vos plongeurs ? (2 points)

Les éléments faisant varier la flottabilité :

- milieu : eau de mer (+ salinité plus ou moins différente) ou eau douce
- le plongeur lui-même : les poumons
- le matériel : combinaison (épaisseur)
- stab (volumes différents selon modèle)
- bloc (selon modèle + si 12 ou 15 litres + si début de plongée ou fin)
- lestage

Question (6 points) 19ATA-AR-6-09(1)-C

1) Quelle(s) loi(s) intervien(nen)t dans la flottabilité du plongeur avec la pratique du poumon-ballast ? (2 points)

- Principe d'Archimède
- Loi de Mariotte

2) Expliquer son ou leur effet ? (2 points)

Le poumon ballast est une technique qui influe sur la flottabilité du plongeur. Elle lui permet en faisant varier la quantité d'air dans ses poumons de monter (inspiration) ou descendre (expiration) selon le cas sans utiliser son gilet.

Ce procédé influence la poussée d'Archimède directement liée à la variation de volume du plongeur

(si le volume augmente, la poussée augmente et inversement) → loi de Mariotte et principe d'Archimède

3) Quel est l'effet non maîtrisé sur le plongeur en cas de blocage des poumons à l'inspiration ? (2 points)

Si la poussée d'Archimède est plus forte que le poids réel, le plongeur sera emporté vers la surface, le volume de son gilet et de ses poumons augmentera, entraînant une remontée trop rapide (avec accident).

Question : (6 points) 19ATA-AR-6-11(1)-C

1) Comment peut-on faire pour vérifier le lestage d'un plongeur ? (2 points)

Un test de flottabilité en surface.

En expirant (détendeur en bouche), stab vide et en restant poumon vide en surface, le niveau d'eau atteint le haut du masque, en inspirant le niveau d'eau atteint la partie inférieure du masque.

Lorsqu'au cours d'une ventilation intermédiaire le niveau moyen du masque est atteint je considère mon plongeur comme bien équilibré.

Toutefois en fin de plongée (bouteille à environ 50 Bars) je vérifie, stab vide son état d'équilibre au palier de 3 m et j'ajuste le lestage en conséquence.

2) Que faire en cas de flottabilité positive ? (1 point)

En cas de flottabilité positive la logique veut que l'on ajoute du lest. Très souvent les poumons ne sont pas assez vides ce qui explique cet effet. C'est la technique ventilatoire et en particulier l'expiration qui sera à développer avant d'ajouter du lest.

3) Que faire en cas de flottabilité négative ? (1 point)

En cas de flottabilité négative je retire du lest.

- 4) Un plongeur en cours de formation niveau 2 a jusqu'à présent plongé uniquement en carrière. Il va réaliser sa première plongée en mer. Vous lui avez indiqué qu'il devait mettre 2 Kg de plomb en plus. Comment pourriez-vous justifier de ce conseil. (1 point)

La densité de l'eau de mer est plus importante que celle de l'eau douce. La flottabilité sera plus grande en mer qu'en carrière. Cela peut être démontré aussi par le calcul.

- 5) Vous pesez 80 kg (masse de 80 kg) tout équipé et nous considérons que votre volume corporel équipé est de 80 litres. Avez-vous besoin de mettre du lest en carrière ? Et en mer ? (densité : eau douce = 1 ; eau de mer = 1,03) (1 point)

Poussée archi = Volume de l'objet * masse volumique du liquide

$80 * 1 = 80 \text{ kg} \rightarrow$ pas besoin de lest, je suis à l'équilibre

$80 * 1,03 = 82,4 \rightarrow$ il me faudra au minimum 2,4 kg de lest pour être à l'équilibre en surface

Question (6 points) 19ATA-MA-6-01(1)-C

Un plongeur archéologue équipé d'un bloc supplémentaire de 5 L de volume, gonflé à 200 bar et destiné au gonflage d'un parachute, désire remonter un objet, de 245 kg de masse et de densité 5, reposant sur un fond de 30m à l'aide d'un ballon (Masse : 6 kg, $d=2$)

Densité de l'eau : $d = 1$

Consommation du plongeur : 20L/min

MP réglée à 10bar

- 1) Quel est le volume de cet objet ? (1 point)
Volume de l'objet $245/5 = 49$ litres
- 2) Quel sera le volume minimum du ballon pour pouvoir soulever cet objet ? (3 points)
Poids apparent de l'objet = $245 - 49 = 196 \text{ kg}$
Poids apparent du parachute 3 kg
Volume minimal dans le parachute $196 + 3 = 199$ litres
- 3) Quelle sera la pression d'air dans la bouteille, lorsque l'objet décolle ? (2 points)
chute de pression dans le bloc $199 * 4 / 5 = 159,2 \text{ bar}$
pression résultante dans le bloc 41.8 bar

Question (4 points) 19ATA-CS-4-01(1)-C

Vous devez traiter un plongeur victime d'un accident de décompression. Votre bouteille d'O₂ d'un volume de 5 l est gonflée à 180 bar (lu au manomètre). Vous estimez votre temps de route à 2 h pour arriver au port où attendent les secours.

- 1) Calculer votre autonomie avec cette bouteille si vous administrez l'O₂ au débit nominal recommandé (15 l/mn). Conclusion ? (4 points)**

Contenu de la bouteille d'oxygène : $5 \times 180 = 900$ l.
Autonomie de la bouteille au débit de 15 l/mn
 $900 / 15 = 60$ mn soit 1 h 00 mn

Nous n'aurons donc pas assez d'O₂ pour assurer le retour dans ces conditions.

Question (4 points) 19ATA-CS-4-02(1)-C

Je souhaite plonger pendant 21 minutes sur une épave à 40 mètres. Je dispose d'un bloc de 15 litres pouvant être gonflé à 230 bar maxi. Ma consommation est de 20 litres/minute. La fin de la ballade au fond est fixée à 80 bar.

Quelle doit alors être la pression minimum de mon bloc pour pouvoir réaliser cette plongée ?

- 40 mètres=> 5 bars, conso fond à 100 l/min
- Consommation au fond :
 - 21 minutes à 100 l.b donnent 2100 litres
- Pression équivalente dans le bloc :
 - $2100 / 15 = 140$ bar
- Pression minimale du bloc :
 - $140 \text{ bar} + 80 \text{ bar} = 220 \text{ bar}$

Ou

- $(15 \times ?) - (80 \times 15) = (21 \times 5 \times 20)$
- $? = (21 \times 5 \times 20) + (80 \times 15) / 15$
- $? = (2100 + 1200) / 15$
- $? = 220$ bar

Question (4 points) 19ATA-CS-4-03(1)-C

Un adepte de la plongée souterraine prépare une expédition dans une grotte inondée. Il veut calculer sa consommation durant le séjour souterrain, sachant qu'il consomme 18 l/mn en surface. L'entrée de la grotte est à la même pression atmosphérique que la mer.

Le détail de son trajet est le suivant :

Progression de 10 mn à 20 m de profondeur puis descente dans un puits de 45 m. Il compte y rester 16 mn, puis revenir à son point de départ. On néglige dans tous les cas la consommation durant les changements de profondeur et la durée nécessaire à ce changement.

- 1) Combien de temps durera son immersion avant son arrivée au premier palier à l'entrée du boyau ? (2 points)**

Durée de l'immersion : $10 \text{ mn} + 16 \text{ mn} + 10 \text{ mn} = 36 \text{ mn}$

- 2) De quelle quantité d'air aura-t-il besoin ? On arrondira le volume trouvé à la dizaine inférieure. (2 points)**

Consommation durant le trajet A/R à 20 m : $18 \times 3 \times 20 = 1080 \text{ l}$

Consommation durant son séjour à 45 m : $18 \times 5,5 \times 16 = 1584 \text{ litres} \Rightarrow$ on arrondi à 1580 l

Volume nécessaire pour cette plongée : $1080 + 1580 = 2660 \text{ l}$

Question (4 points) 19ATA-CS-4-04(1)-C

Vous êtes guide palanquée et vous emmenez un plongeur sur une épave à 40 m. Celui-ci part avec un bloc de 15 l gonflé à 180 b. Vous descendez le long d'un bout pendant 3 mn et au fond vous contrôlez son manomètre qui indique 150 b. Après 12 min au fond (soit 15 mn de plongée), le manomètre du plongeur indique 70 b et logiquement vous entamez votre remontée.

- 1) Calculez la quantité consommée d'air par ce plongeur et sa ventilation pendant la descente (on prendra une profondeur moyenne de 20m). (1point)**

On lit 150 b, il a donc consommé 30 b

Soit la quantité d'air consommée : $Q = 30 \times 15 = 450 \text{ l}$

Soit la ventilation à 20 m (3 b) pendant 3 min : $Cons = 450/(3 \times 3) = 50 \text{ l/mn}$

2) Calculez la quantité consommée d'air par ce plongeur et sa ventilation durant le temps au fond. (1 point)

On lit 70 b, il a donc consommé $150 - 70 = 80 \text{ b}$

Soit la quantité d'air consommée : $Q = 80 \times 15 = 1200 \text{ l}$

Soit la ventilation à 40 m (5 b) pendant 12 min : $Cons = 1200/(12 \times 5) = 20 \text{ l/mn}$

3) Que pensez-vous de cette différence de ventilation en tant que guide palanquée ? (1 point)

Le plongeur a consommé 2,5 fois plus d'air pendant sa descente (ou : plus d'air ...) il y a donc un risque accru d'essoufflement, de narcose ...

La descente est un moment délicat en plongée.

Il faut faire attention à ne pas descendre trop vite avec des plongeurs peu entraînés...

4) Il doit effectuer deux paliers de 1 mn à 6 m et de 9 mn à 3 m et 4 mn de remontée (prof moyenne de 20m), calculer la pression restante dans le bloc du plongeur, à la fin des paliers. On gardera la consommation moyenne au fond (1 point)

Calcul de la quantité d'air consommée pendant les 4 mn de remontée (prof moyenne de 20m) et les paliers de 1 mn à 6 m et de 9 mn à 3 m :

$Q = 4 \times 3 \times 20 + 1 \times 1,6 \times 20 + 9 \times 1,3 \times 20 = 506 \text{ l}$

Il reste dans le bloc (70 b avant la remontée) $Q_{rest} = 70 \times 15 - 506 = 544 \text{ l}$

Soit $544 / 15 = 36,2 \text{ b}$, on lit donc sur le manomètre une pression entre 36 et 37 b

Question (4 points) 19ATA-CS-4-06(1)-C

On rappelle qu'en cas de suspicion d'accident nécessitant la mise en œuvre d'une procédure de secours, il est préconisé une administration d'oxygène normobare à un débit de 15 litres/min, sans interruption jusqu'à la prise en charge par les secours.

Le site sur lequel vous avez prévu d'aller plonger est situé à une distance du port estimée à 1h30 de navigation. Votre bateau de plongée est équipé d'un bloc d'O₂ de 6 litres à une pression de 180bar. D'autre part, il est prévu qu'une des palanquées sera équipée de blocs déco de Nitrox 70.

1) Quel débit maximum votre bloc d'O₂ permet-il de fournir à un plongeur présentant des symptômes d'ADD ? Cela permet-il d'envisager cette sortie ? Justifiez votre réponse (2 points)

$(6 \times 180) / 90 = 12$

Le débit maximum possible est de 12 litres/min

C'est insuffisant compte tenu des préconisations. La sécurité n'étant pas assurée, la plongée ne peut pas avoir lieu, sauf à disposer d'une plus grande quantité d'O₂.

2) Calculez l'autonomie en O₂ en cas de procédure de secours pour ce plongeur. Quelle(s) solution(s) proposez-vous finalement ? (2 points)

$(6 \times 180) / 15 = 72$

L'autonomie du bloc est de 72min

1^{ère} solution : annuler la sortie

2^{ème} solution : choisir un site plus proche (moins de 72min de navigation)

Si dans l'une ou l'autre des questions, il est proposé de compléter l'O2 par du Nitrox 70 présent sur le bateau: 0 points.

Question (6 points) 19ATA-CS-4-08(1)-C

**Daniel veut effectuer une plongée sur un fond de 35 m.
Il va utiliser son bloc de 15 litres à 230b.**

- 1) Sachant qu'il consomme 20 l/mn en surface, en débutant la remontée à 50 b combien de temps pourra-t-il rester au fond ?
On néglige la descente et la MP du détendeur et Daniel souhaite débiter sa remontée avec une réserve de 50 bars. (2 points)**

Volume disponible au fond :
 $V = 15 \times (230 - 50) = 2700$

La consommation de Daniel à 35 m (Pabs = 4,5 b) est :
 $20 \times 4,5 = 90 \text{ l/mn d'air détendu}$

Il pourra donc rester : $2700 / 90 = 30 \text{ mn au fond}$

- 2) Au cours de sa plongée, il est amené à gonfler un parachute de levage d'un volume de 100 litres. De combien sa plongée sera-t-elle écourtée ? (2 points)**

Volume d'air utilisé pour gonfler le parachute :
 $V = 100 \times 4,5 = 450 \text{ l}$

Sa plongée sera donc écourtée de : $450 / 90 = 5 \text{ mn}$

Question (6 points) 19ATA-CS-4-10(2)-C

**Vous partez pour une plongée sur un site à 40m, le pilote de votre club et directeur de plongée vous demande de préparer la gueuse.
Vous descendrez en dernier, vous y accrocherez le parachute et allez assurer le gonflage de celui-ci. Retour sur le bateau 50b**

L'ancien vous dit « Petit la gueuse est un cylindre de 20 Kg de poids apparent ».

Dans la baille à mouillage, vous prenez le parachute de 20l.

Vous utilisez un bloc 15l gonflé à 200b.

- 1) Vous consommez 20l/min en surface, vous pouvez rester combien de temps au fond, vous gèrerez la conduite de palanquée pour être à 100b à la gueuse ? (1 point).

$$P \text{ dispo} : 200 - 100 = 100b$$

$$Q \text{ bloc} : 15 \times 100 = 1500 \text{ lb}$$

$$\text{Conso fictive} : 5 \times 20 = 100\text{l/min}$$

$$\text{Durée estimée} : 1500 / 100 = 15\text{min}$$

- 2) Quelle sera la pression dans le bloc après le gonflage du parachute au fond pour le décollage de la gueuse ? (Arrondi la valeur à l'entier) (1 point)

$$\text{Fond} : 20 \times 5 = 100$$

$$P \text{ bloc} = 100/15 = 6.67b \Rightarrow 7b$$

$$100 - 7 = 93b$$

- 3) En tant que GP, pensez-vous que décoller du fond sur une plongée à 40m avec une pression mano de plus de 90b est suffisant, en considérant une consommation de 450l d'air (détendu à 1b) pour remonter et faire la décompression ? (2 points)

Oui (0.5 point)

$$450/15 = 30b$$

$93 - 30 = 63b$ en théorie surface avec plus de 50b ce qui est une bonne pratique de plongée.

Question (6 points) 19ATA-CS-4-11(1)-C

**Vous devez traiter un plongeur victime d'un accident de décompression.
Votre bouteille d'O₂ contient 750 lb d'oxygène détendue à pression atmosphérique.**

- 1) Le temps de route estimé est de 1h pour arriver au port où attendent les secours.

Diminuer le débit/litre à 12l/min permet-il de ne pas interrompre l'apport d'oxygène à l'accidenté durant le retour ? (1 point)

Oui

$$750 / 12 = 62.5\text{min.}$$

- 2) Considérant que la bouteille de 5l est gonflée à 150b. Cette adaptation est-elle acceptable ? Développer. (3 points)

Non (1 point), la quantité d'oxygène disponible est non adaptée au trajet effectué et n'est pas gonflé à sa pression nominale.

Il est impératif de prévoir une plus grande quantité d'oxygène. (1 point), une bouteille d'O₂ gonflé à 200b est à peine suffisante mais permet un débit de 15l/min.

La quantité d'O₂ doit être suffisante en respectant les procédures de secours (cfs art 322-78-1) (1 point)

Si le candidat indique qu'il peut diminuer le débit sans autorisation du Samu Coordination Médicale Maritime : 0/4

Question (6 points) 17PHY-CS-6-01(2)-C

Un plongeur Trimix souhaite conduire sa décompression avec un Nitrox 60/40 (60% O₂ et 40% N₂)

- 1) A partir de quelle profondeur, en respectant le code du sport pour la plongée aux mélanges, pourra-t'il utiliser ce Nitrox lors de sa remontée ? (1 point)**

La PpO₂ limite est de 1,6 b.

La pression ambiante max d'utilisation est donc de :

Pamb max = 1,6 / 0,6 = 2,66 b soit une profondeur de 16,6 m

- 2) Ce plongeur a planifié sa décompression avec un logiciel qui lui donne les paliers suivants :**

Paliers	Durée (en mn)
15 m	2
12 m	3
9 m	4
6 m	7
3 m	13

La consommation du plongeur est de 20 l/mn en surface. On néglige la consommation de gaz entre les paliers.

De quel volume de gaz détendu, ce plongeur aura-t-il besoin pour mener à bien sa décompression ? (3 points)

Les paliers seront réalisés à : 15,12,9,6 et 3 m.

Les consommations respectives seront donc de :

$$20 \times 2,5 \times 2 = 100 \text{ l}$$

$$20 \times 2,2 \times 3 = 132 \text{ l}$$

$$20 \times 1,9 \times 4 = 152 \text{ l}$$

$$20 \times 1,6 \times 7 = 224 \text{ l}$$

$$20 \times 1,3 \times 13 = 338 \text{ l}$$

Soit un total de gaz détendu de : 946 litres

- 3) Sachant qu'il veut prendre une marge de sécurité en appliquant la règle du tiers, quel sera le volume en eau du bloc à prévoir (gonflé à 200 b) pour cette**

décompression (on arrondira le volume de gaz à emporter à la centaine de litres inférieure) ? (2 points)

Le volume à emporter sera de : $946 + (946 / 2) = 1419$ litres soit 1400 litres arrondis.
Le volume du bloc sera donc de $1400 / 200 = 7$ litres

Question (6 points) 19ATA-CS-6-02(2)-C

En tant que guide de palanquée, vous plongez avec un niveau 2 sur une épave à 40 mètres. Vous avez un bloc de 15 litres gonflé à 200 bars. Le niveau 2 a un bloc de 12 litres gonflé à 230 bars.

Les MP sont considérées négligeables

1) Sachant que vous remonterez lorsque le 1er manomètre indiquera 50 bars, combien de temps pourrez-vous rester sur l'épave ?

Les 2 plongeurs consomment 20 litres/minutes d'air (la consommation de la descente négligeable)

Niveau 4 (1 point)	Niveau 2 (1 point)
Quantité d'air disponible : $(200-50)*15 = 2250$ litres	Quantité d'air disponible : $(230-50)*12 = 2160$ litres
Consommation à 40 mètres : $20*5 = 100$ L/min	Consommation à 40 mètres : $20*5 = 100$ L/min
Temps possible au fond : $2250/100 = 22,5$ min	Temps possible au fond : $2160/100 = 21,6$ min

Ils pourront rester maximum 21,6 minutes sur l'épave. **(1 point)**

Vous remontez et devez effectuer un palier de 2 minutes à 6 mètres et de 19 minutes à 3 mètres. Vous consommez chacun 70 litres au cours de la remontée jusqu'au 1^{er} palier. (On négligera la conso pendant le transfert palier/palier ainsi que le transfert palier/surf.)

2) Avez-vous tous les deux assez d'air pour effectuer vos paliers ? (2 points)

Niveau 4	Niveau 2
Quantité d'air restant en partant du fond: $50*15 = 750$ litres	Quantité d'air restant en partant du fond: $50*12 = 600$ litres
Quantité nécessaire pour la remontée et les paliers: $70 + (2*1.6*20) + (19*1.3*20) = 628$ litres	Quantité nécessaire pour la remontée et les paliers: $70 + (2*1.6*20) + (19*1.6*20) = 628$ litres

3) Que pouvez-vous conclure ? (1 point)

Le niveau 4 a assez d'air d'après les calculs. Par contre, le niveau 2 n'aura pas assez d'air pour effectuer ses paliers.

Le niveau 4 aurait dû prévoir de ne pas rester aussi longtemps au fond, de prévoir une réserve plus importante.

Question (6 points) 19ATA-CS-6-04(1)-C

Un plongeur N2 part en palanquée en exploration avec un bloc de 12 litres gonflé à 200 bar (*).

(*) Pressions lues manomètre

- 1) Au retour de la plongée, il reste 50 bar (*) dans son bloc. Quelle quantité d'air (détendu à la pression atmosphérique), le plongeur a-t-il consommé ? (3 points)**

$(200-50) \times 12 = 1800$ l d'air à 1bar

- 2) Sachant qu'il est resté 30 minutes à 20 m, quelle est sa consommation par minute à cette profondeur ? (on néglige le temps de la descente et de la remontée) (3 points)**

A 20 m la pression absolue est de 3 bar.

La consommation par mn en air détendu est : $1800 / 30 = 60$ l

La consommation par minute à 20 mètres est donc de : $60 / 3 = 20$ litres/mn

Question (6 points) 19ATA-CS-6-05(2)-C

Vous devez traiter un plongeur victime d'un accident de décompression. Votre bouteille d'O₂ d'un volume de 5 l est gonflée à 150 bar (lu mano).

- 1) Quelle est votre autonomie, sachant que le débit est de 15 l / min ? (2 points)**

Volume d'oxygène utilisable : $5 \times 150 = 750$ l.

Débit = 15 l / min

Durée : $750 / 15 = 50$ min

- 2) Le temps de route estimé est de 1h pour arriver au port où attendent les secours.**

Diminuer le débit/litre à 12l/min permet-il de ne pas interrompre l'apport d'oxygène à l'accidenté durant le retour ? (1 point)

Oui

$750 / 12 = 62.5$ min.

- 3) Cette adaptation est-elle acceptable ? Développer. (3 points)**

Non (1 point), la quantité d'oxygène disponible est non adaptée au trajet effectué et n'est pas gonflé à sa pression nominale.

Une bouteille d'O₂ gonflé à 200b est à peine suffisante mais permet un débit de 15l/min.

La quantité d'O₂ doit être suffisante en respectant les procédures de secours (cde art 322-78-1)

Si le candidat indique qu'il peut diminuer le débit sans autorisation du Samu
Coordination Médicale Maritime : 0/3

Question (6 points) 19ATA-CS-6-06(2)-C

- 1) **Les plongeurs de votre palanquée sont équipés de blocs de 15 litres gonflés en début de plongée à 200 bars. Ils évoluent à une profondeur de 20 mètres. En négligeant les temps de descente et de remontée, c'est à dire en supposant que les plongeurs ont passé toute la plongée à 20 mètres, et sur la base d'une consommation de 20 litres d'air par minute, combien de temps peuvent-ils rester en plongée s'il reste 60 bars dans le bloc en fin de plongée ? (2 points)**

Quantité d'air consommée (équivalent à la pression atmosphérique) : $(200 - 60) \times 15 = 2100$ litres

À 20 m la pression est de 3 bar, ils consomment donc $20 \times 3 = 60$ litres par minute

Durée de la plongée à 20 m : $2100 / 60 = 35$ minutes.

- 2) **Comme guide de palanquée, vous allez débiter la remontée alors qu'il reste 60 bars dans le bloc d'un de vos plongeurs. Fatigué et du fait d'un manque d'entraînement, celui-ci déclenche un essoufflement alors que vous êtes encore à 20 mètres de profondeur. Sur la base d'une consommation de 100 litres d'air par minute, combien de temps avez-vous pour réagir avant qu'il ne vide son bloc ? Par simplification des calculs on considéra que la totalité des 60 bars peuvent être consommés et que le plongeur reste à 20 m (2 points)**

On considère que la totalité des 60 bar du bloc peuvent être consommés, il peut donc être consommé $60 \times 15 = 900$ litres d'air (équivalent à la pression atmosphérique).

À 20 m la pression est de 3 bar, le plongeur essoufflé consomme donc $100 \times 3 = 300$ litres par minutes.

Durée maximum de la plongée à 20 m à partir du début d'essoufflement : $900 / 300 = 3$ minutes.

- 3) **Compte tenu des résultats de 1) et 2), quelle doit être votre attitude vis à vis de la gestion de l'air au sein de votre palanquée ? (2points)**

Les résultats de 1) et 2) montrent que s'il est possible de rester un temps certain à 20 mètres en condition normale, la situation est très vite dégradée en cas d'essoufflement. Le guide de palanquée doit donc être particulièrement vigilant quant à la consommation des plongeurs de sa palanquée, il doit veiller à toujours garder une bonne réserve de sécurité en air (bien appliquer les consignes du DP), privilégier des excursions qui minimisent le risque d'essoufflement (limiter les efforts de palmage notamment et les situations de stress) et surveiller avec beaucoup d'attention la respiration des plongeurs de sa palanquée (bulles d'air rejetées par exemple).

Question (6 points) 19ATA-CS-6-07(2)-C

En tant que guide de palanquée, le DP prévoit de vous faire plonger en explo avec 2 N2 sur un fond de 35 m. Vous avez un bloc de 15 litres gonflé à 200 bar. L'un des N2, Erwan a un bloc de 15 litres gonflé à 170 bar. L'autre N2, Gwendoline a un bloc de 12 litres gonflé à 230 bar.

- 1) **Vous savez qu'en restant 15 min au fond, vous avez une DTR de 5 min. La plongée est-elle possible, sachant qu'il est imposé de remonter avec 50 bar en surface ? Justifiez votre réponse. (3 points)**

(on considère pour chacun une consommation d'air de 20 litres/min durant toute la durée de l'immersion).

Le calcul n'est fait que pour les 2 plongeurs : ils ont tous la même consommation d'air à 20 litres/min, par contre le GP a un bloc de même volume qu'un des 2 plongeurs (Erwan) mais avec plus de pression (200 bar contre 170 bar pour Erwan)

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}}$$

$$A \ 35 \text{ m, } P_{\text{fond}} = 4,5 \text{ bar}$$

Pour les 2 plongeurs, on neutralise la réserve à 50 bar.

Erwan : air disponible dans son bloc de 15 litres gonflé à 170 bar

$$15 \times (170 - 50) = 15 \times 120 = 1800 \text{ litres}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 1800 = 4,5 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 1800 / 4,5 = 400 \text{ litres}$$

$$\text{Autonomie : } 400 / 20 = 20 \text{ min}$$

Gwendoline : air disponible dans son bloc de 12 litres gonflé à 230 bar

$$12 \times (230 - 50) = 12 \times 180 = 2160 \text{ litres}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 2160 = 4,5 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 2160 / 4,5 = 480 \text{ l}$$

$$\text{Autonomie : } 480 / 20 = 24 \text{ min}$$

La plongée se base sur la consommation d'Erwan, puisqu'il a moins d'autonomie.

La plongée est possible, sauf incident, Erwan remontera avec sa réserve juste à 50 bar.

- 2) **Enfin, le DP limite la profondeur à 30 m, mais vous autorise à rester plonger 25 min, paliers et remontée compris. La plongée est-elle possible ? argumentez votre résultat. (3 points)**

calcul par rapport à Erwan.

$$A \ 30 \text{ m, } P_{\text{fond}} = 4 \text{ bar}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 1800 = 4 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 1800 / 4 = 450 \text{ litres}$$

$$\text{Autonomie : } 450 / 20 = 22,5 \text{ min}$$

La plongée est prévue durer 25 min : pas possible si Erwan doit remonter avec 50 bar dans son bloc (il manque 2,5 min).

Par sécurité, en cas d'incident, en tant que GP, je diminue le temps d'immersion pour que chacun revienne avec au moins 50 bar dans son bloc.

Question (6 points) 19ATA-CS-6-08(1)-C

Vous encadrez un plongeur à 40 mètres qui dispose d'un 12l gonflé à 220b. Sa consommation de surface est de 18l/mn. Vous ne tiendrez pas compte du temps de descente à 40m.

- 1) **Au bout de combien de temps sera-t-il 100b ? (2 points)**

Conso à 40m : $5 \times 18 = 90 \text{ l/mn}$
Consommation pour atteindre mi pression :
 $120 \text{ b} \times 12 \text{ L} = 1440 \text{ L}$ $1440/90 = 16 \text{ mn}$

- 2) Si vous êtes équipé d'un 15l gonflé à 220b, au bout de combien de temps atteindrez-vous la réserve (50b) ? (2 points)

Consommation pour atteindre la réserve : $170 \times 15 = 2550 \text{ L}$
 $2550/90 = 28,3 \text{ mn}$, soit 28mn

- 3) Pourquoi conseille-t-on à l'encadrant de disposer d'un 15L bien gonflé lors de plongée profonde ? (2 points)
Le 15L permet à l'encadrant de disposer d'une marge de sécurité en AIR, en cas de besoin.

Question (6 points) 19ATA-CS-6-10(1)-C

En tant que Guide de palanquée vous serez amené à encadrer des plongeurs Niveau 1 à 20 mètres et des plongeurs niveau 2 à 40 mètres.

Nous allons donc comparer l'autonomie entre ces deux zones de profondeurs.

Brice est niveau 1 et il est équipé d'un bloc 12 litres à 200 bars. Il consomme 20 litres d'air par minute en surface.

La plongée se déroule sur un fond de 20 mètres. Vous remonterez quand le manomètre de Brice indiquera 50 bars

- 1) Calculez la quantité d'air disponible en litres et à pression atmosphérique pour Brice sur cette plongée (1 point)

$$200 - 50 = 150 \text{ bar}$$

$$150 \times 12 = 1800 \text{ litres à 1 bar}$$

- 2) Calculez l'autonomie de Brice sur cette plongée (1 point)

$$\text{A } 20 \text{ m la pression absolue est de } 3 \text{ bar}$$

$$1800 / 3 = 600 \text{ litres d'air disponible soit } 600/20 = 30 \text{ minutes}$$

Anne est niveau 2 et plonge avec une bouteille 12 litres à 200 bars. Elle consomme 20 litres d'air par minute en surface. La plongée se déroule sur un fond de 40 mètres. Vous remonterez quand le manomètre d'Anne indiquera 70 bars. Son autonomie en air donne une durée de plongée d'environ 15min.

- 3) En tant que GP que pouvez-vous conclure de ce comparatif ? (4 points)

L'autonomie d'Anne est plus faible pour une consommation de surface identique, la profondeur a une influence directe sur l'autonomie, en tant que GP une

communication sera à instaurer sur ce point lors du briefing, le contrôle de l'air fréquent est important, notamment à l'arrivée au fond et au cours de l'évolution.
L'usage d'un 15L est nécessaire pour avoir une marge de sécurité.

(1 point par thèmes soulignés)

Question (4 points) 19ATA-TE-4-01(1)-C

Entre le moment où vous récupérer votre bloc du gonflage et le moment où vous installez votre détendeur sur le bloc vous constatez une perte de pression de 10%.

1) Expliquez simplement ce phénomène physique. (2 points)

Ce phénomène met en relation : la pression, le volume, la température.

Quand la pression augmente, la température augmente aussi dans les mêmes proportions, pour un volume constant.

Pour un volume constant, quand la température diminue, la pression diminue également dans les mêmes proportions.

2) Quelle a été la variation (en pourcentage) de la température de l'air dans votre bloc ? (2 points)

Si la variation de pression est de 10 %, la variation de température ABSOLUE est de 10%

Question (4 points) 19ATA-TE-4-09(1)-C

Entre le moment où vous récupérer votre bloc du gonflage et le moment où vous installez votre détendeur sur le bloc vous constatez une perte de pression.

3) Expliquez ce phénomène le plus simplement possible. (2 points)

On gonfle => ça chauffe et la pression augmente.

Ca refroidit => la pression diminue.

4) De combien baissera la pression pour un bloc chaud à 200b, si la température baisse de 10% ? (2 points)

10%

20b

Question (4 points) 19ATA-TE-4-10(1)-C

- 1) **Le samedi, pour préparer votre plongée du dimanche, vous gonflez votre bloc à 200 b. Le lendemain vous vérifiez la pression et constatez qu'elle n'est plus que de 180b.**

- **Pourquoi ce phénomène a-t-il lieu ? (2 points)**

La pression a un lien direct avec la température. Quand la température diminue la pression diminue.

- **Indiquez les unités des variables agissant dans cette loi physique ? (1.5 point)**

T étant annoncée en Kelvin ($tp^{\circ}+273$) (1 point)

P étant la pression en bar. (0.5 point)

- **Quelle loi intervient ? (0.5 point)**

Il s'agit de la loi de Gay Lussac : $P1/T1 = P2/T2$

Question (4 points) 17ATA-DT-4-01(1)-C

On considère une plongée avec un Nitrox 40% oxygène et 60% azote.

- 1) **Quelle est la profondeur à ne pas dépasser avec ce mélange ? (2 points)**

$PPO_2 = (\%O_2 / 100) \times P_{abs}$, donc $P_{abs} = (100 \times 1,6) / 40 = 4b$ soit 30m

- 2) **Quel est le pourcentage d'oxygène dans un Nitrox permettant une profondeur maximale de 40m ? (2 points)**

$\%O_2 = (PPO_2 \times 100) / P_{abs}$, donc $\%O_2 = (1,6 \times 100) / 5 = 32\%$

Question (4 points) 17ATA-DT-4-02(1)-C

- 1) **Si l'on considère que la PpO_2 max. admissible pour ne pas avoir d'accident hyperoxique est de 1.6b, quelle est la profondeur limite d'utilisation d'un mélange 60% N₂, 40% O₂ ? (2 points)**

$P_{abs} \times \% O_2 = PpO_2 \text{ max.} \Rightarrow P_{abs} = 1.6/0.4 = 4b \Rightarrow \text{Prof max.} = 30 \text{ m}$

- 2) **Avec la même PpO_2 max , quel Nitrox sera optimal à 25 m ? (2 points)**

P_{abs} à 25 m = 3,5 b

$PpO_2 = P_{abs} \times \%O_2$ donc $\%O_2 = PpO_2/P_{abs} = 1,6/3,5 = 0,457$

soit environ 45% (arrondi dans le sens de la sécurité)

Le meilleur Nitrox sera donc le 45/55.

Question (4 points) 17ATA-DT-4-10(1)-C

- 1) **Déterminer la limite d'utilisation d'une bouteille de Nitrox (40 % O₂, 60 % N₂) sachant que l'oxygène est toxique à partir d'une pression partielle de 1,6 b ? (1point)**

$$PpO_2 = Pabs \times \% O_2 \text{ soit } Pabs = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ bars soit } 30 \text{ mètres}$$

- 2) **Quel est l'intérêt du nitrox (3 points)**

L'intérêt de ce mélange est de :

Diminuer le % d'azote respirer.

Pour une même profondeur d'usage => augmentation de la durée de plongée sans palier ou de Diminuer la durée de palier.

Augmenter la qualité de la décompression.

Diminuer le volume de gaz consommé (10 à 15%).

Meilleur confort après plongée (fatigue).

Profondeur équivalente air plus faible.

Question (4 points) 17ATA-DT-4-13(1)-C

- 1) **Peut-on plonger à 40 mètres avec un mélange composée de 35 % d'oxygène et 65 % d'azote, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? Justifier votre réponse. (2 points)**

Réponse : NON

$$PpO_2 = 5 \times 0,35 = 1,75 \text{ bar } PpO_2 > 1,6 \text{ bar donc hyperoxie}$$

- 2) **Les plongeurs désirent aller à une profondeur de 26 mètres avec ce mélange. Quelle profondeur équivalente devront-ils prendre pour utiliser les tables Fédérales? (2 points)**

$$PpO_2 = 3,6 \times 0,35 = 1,26 \text{ bar } < 1,6 \text{ bar : OK}$$

$$PPN_2 = 3,6 \times 0,65 = 2,34 \text{ bar}$$

$$\text{Équivalent plongée a l'air} = 2,34 / 0,8 = 2.925\text{bar soit } 19.25\text{m} \Rightarrow 20 \text{ m}$$

Question (4 points) 17PHY-DT-4-03(1)-C

- 1) **Si vous utilisez un mélange 40%O₂, 60% N₂, quelle sera la PpN₂ à 30 m ? (1 point)**

$$\text{à } 30 \text{ m, } Pabs = 4\text{b} \Rightarrow PpN_2 = 4 \times 0.6 = 2,4 \text{ b}$$

- 2) **A quelle profondeur auriez-vous la même PpN₂ avec un mélange 20% O₂, 80 %N₂ ? (1 point)**

$$2,4 / 0.8 = 3 \text{ b} \Rightarrow 20 \text{ m}$$

- 3) **Pouvez-vous aller au-delà de 30 m, avec ce premier mélange à 40/60 ? (2 points)**

Non à cause de la PpO₂, qui ne doit pas dépasser 1,6 bar.

$$\text{à } 30\text{m, } PpO_2 = 4 \times 0.4 = 1,6 \text{ b}$$

Question (4 points) 17PHY-DT-4-04(1)-C

- 1) **Peut-on plonger à 40 mètres avec un mélange composée de 40% d'oxygène et 60% d'azote, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? Justifier votre réponse (2 points)**
 $PpO_2 = 5 \times 0,4 = 2 \text{ bar}$ $PpO_2 > 1,6 \text{ bars}$ donc hyperoxie
Réponse : NON

- 2) **Quelle profondeur équivalente devront-ils prendre pour utiliser les tables MN90 ? (2 points)**
 $PpO_2 = 3,8 \times 0,4 = 1,52 \text{ bar} < 1,6 \text{ bar}$: OK
 $PPN_2 = 3,8 \times 0,6 = 2,28 \text{ bar}$
équivalent plongée a l'air = $2,28 / 0,8 = 2,85 \text{ bar}$ soit 18,50 m

Question (4 points) 17PHY-DT-4-07(2)-C

- 1) **Quelles sont les proportions du mélange O₂/N₂ qui permettront d'admettre 20 m en "profondeur équivalente narcotique" lors d'une plongée à 30 m ? (2 points)**
On aura: PpN_2 (à 30 m avec le mélange) = PpN_2 (à 20m à l'air)
d'où $4 \times \%N_2 = 3 \times 0,8$ soit $\%N_2 = 2,4 / 4 = 0,6$
40 % d'oxygène et 60 % d'azote.
- 2) **Quel est le facteur principal qui, en termes de toxicité des gaz, limitera la profondeur avec un tel mélange ? (1 point)**
Au delà du seuil de 1,6 bar de pression partielle l'oxygène devient toxique, on parlera du risque d'accident hyperoxique.
- 3) **Quelle est alors la valeur limite de la profondeur accessible ? (1 point)**
 $PpO_2 = Pabs \times \%O_2$ soit $Pabs = PpO_2 / \%O_2 = 1,6 / 0,40 = 4 \text{ bars}$
La valeur limite de la profondeur accessible avec un tel mélange est de 30 m.

Question (4 points) 17PHY-DT-4-08(1)-C

- 1) **Quelle est la pression partielle de l'oxygène (notée PpO₂) de l'air, respiré à 35 m de profondeur ? (1,5 point)**
Profondeur de 35 mètres soit $Pabs = 4,5 \text{ bar}$
 $PpO_2 = Pabs \times \%O_2 = 4,5 \times 0,20 = 0,9 \text{ bar}$
A 35 m la Pression partielle d'oxygène est de $PPO_2 = 0,9 \text{ bar}$
- 2) **A quelle profondeur l'azote de l'air respiré est-il à une pression partielle (notée PpN₂) de 5,6 bar ? (1,5 point)**
 $PpN_2 = Pabs \times \%N_2$; Soit $Pabs = PpN_2 / 0,8 = 5,6 / 0,8 = 7 \text{ bars}$ soit une profondeur de 60m.

- 3) En considérant 21% d'O₂ dans l'air, sachant que la PpO₂ maximale admissible est de 1,6 b, quelle est la profondeur limite théorique de la plongée à l'air ? (1 point)

$$PpO_2 = Pabs \times \%O_2$$

$$Pabs = PpO_2 / \%O_2 = 1,6 / 0,21 = 7,6 \text{ bars soit } 66 \text{ mètres}$$

Question (4 points) 17PHY-DT-4-11(1)-C

- 1) Quelle est la limite d'utilisation d'une bouteille de Nitrox (40 % O₂, 60 % N₂), considérant que l'oxygène est toxique à partir d'une pression partielle de 1,6b ? Développer et expliquer. (2 points)

$$Pabs \text{ max } \times \% = 1,6 \text{ b} \Rightarrow Pabs \text{ Max} = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ b soit } 30 \text{ m}$$

- 2) Le plongeur effectue une plongée à 22 m. Quelle profondeur équivalente doit-il entrer dans la table MN 90 ? (2 points)

$$PEN = 3,2 \times 0,6 = 1,92 \text{ b}$$

Avec de l'air

$$Pabs = 1,92 / 0,8 = 2,4 \text{ b soit la profondeur de } 14 \text{ m}$$

Question (4 points) 17PHY-DT-4-12(1)-C

On considère un mélange gazeux à 50 % O₂ et 50 % N₂.
(O₂ toxique pour PpO₂ ≥ 1,6 bar)?

- 1) Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère l'O₂ toxique pour PpO₂ > 1,6 bar ? (2 points)

$$PpO_2 = Pabs \times \%O_2 \quad \text{soit} \quad Pabs = PpO_2 / \%O_2$$

$$Pabs = 1,6 / 0,5 = 3,2 \text{ bar}$$

soit une profondeur maximum de 22 mètres.

- 2) Quel est le pourcentage d'oxygène dans un mélange O₂/N₂, dont la profondeur maximale d'utilisation est 43 mètres ? (2 points)

$$\%O_2 = pO_2 / abs \text{ soit } \%O_2 = 1,6 / 5,3 = 0,3$$

soit 30 % d'oxygène

Question (4 points) 17PHY-DT-4-14(1)-C

- 1) Avec un mélange Nitrox 32/68 (32 % d'O₂), pour une plongée à 28 m, quelle sera la profondeur équivalente pour utiliser les tables MN 90 ? (2 points)

$$\text{Profondeur} = 28 \text{ m. soit } Pabs = 3,8 \text{ b}$$

$$\text{Vérification : } PpO_2 = 3,8 \times 0,32 = 1,216 \text{ bar} < 1,6 \text{ bar : OK}$$

$$PPN_2 = 3,8 \times 0,68 = 2,584 \text{ bar}$$

$$\text{Équivalent plongée à l'air} = 2,584 / 0,8 = 3,23 \text{ bar soit } 22,30 \text{ m.}$$

- 2) **Quelle est la profondeur limite d'utilisation de ce mélange, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? (2 points)**

$$PP_{O_2} = P_{abs} \times \% O_2$$

$$\text{soit } P_{Abs} = PP_{O_2} / \% O_2 = 1,6 / 0,32 = 5 \text{ bar}$$

soit 40 m

Question (4 points) 17PHY-DT-4-15(1)-C

Pouvez-vous plonger à 40 mètres avec un mélange 40/60 ? Expliquez pourquoi.

Réponse : NON

$Pp_{O_2} < 1,6b$ (code du sports)

A 40m $P_{abs} = 5b \Rightarrow Pp_{O_2} = 5 \times 0,4 = 2b (> 1,6b)$

Question (4 points) 17PHY-DT-4-16(1)-C

On considère un mélange gazeux NITROX de 40 % d' O₂ et 60% de N₂.

- 1) **L'oxygène étant toxique à 1,6 bar, donner la profondeur maximale d'utilisation de ce NITROX ? (2 points)**

Profondeur maximale : $1,6 / 0,4 = 4$ bars, soit 30 mètres

- 2) **Quel doit être le pourcentage maximal d'oxygène dans un NITROX dont la profondeur maximale d'utilisation sera de 40 mètres ? (2 points)**

$$\text{Pourcentage en } O_2 : 1,6 = 5 \times X / 100 \quad (1,6 \times 100) : 5 = 32$$

Pourcentage maxi en O₂ de 32 %

Question (4 points) 17PHY-DT-4-17(1)-C

Un plongeur désire plonger à 35 mètres avec les procédures de décompression valables à 30 mètres à l'air.

Données : *seuil d'hyperoxie donné par le code du sport*
Composition de l'air : 21% d'oxygène / 79% d'azote

- 1) **Quel mélange Nitrox correspond à cette demande (à 1 % près) ? (2 points)**

Pression partielle de N₂ à 30 mètres à l'air : $Pp = 0,79 \times 4 \approx 3,16 b$

Pourcentage de N₂ dans le Nitrox : $\%N_2 = (3,16 / 4,5) \times 100 \approx 70 \% \text{ (ou } 71 \%)$

Nitrox 30/70

- 2) **Celui-ci permet-il de plonger à la profondeur souhaitée en toute sécurité ? (2 points)**

Pression partielle d'O₂ à 35 mètres au Nitrox 30/70 : $Pp = 0,30 \times 4,5 \approx 1,35 b$

$Pp_{O_2} < 1,6 b$

Oui, le plongeur peut évoluer à 35 mètres sans risque d'hyperoxie.

Question (4 points) 17PHY-DT-4-18(1)-C

Lors d'une sortie sur une épave prévue à 30m, le directeur de plongée (DP) vous demande de l'aider et de répondre à un plongeur N2 souhaitant plonger au nitrox. Le seuil de toxicité de l'O₂ est à une PpO₂ de 1,6 bar.

- 1) **Ce plongeur N2 demande s'il peut prendre un nitrox 40. Justifiez votre réponse (calculs). (2 points)**

Sachant que $P_{po_2} = P_{abs} \times \% O_2$

A 30 m, $P_{po_2} = 4 \times 40\% = 1,6$ bar

Le plongeur peut prendre un nitrox 40 pour effectuer la plongée à 30 m.

- 2) **En fait, en fonction des coefficients de marée, la proue du bateau peut se trouver à 35m. Votre N2 pourrait-il, en cas de gros coefficients de marée, y aller avec son nitrox 40 ? Que préconisez-vous ? (2 points)**

Par contre il n'a pas de marge (c'est la profondeur maximum autorisée pour un nitrox 40).

Donc si jamais la plongée peut se faire jusqu'à 35 m selon les coefficients de marée, il faut qu'il prenne un nitrox plus faible en O₂.

A 35 m, $P_{abs} = 4,5$ bar

$\% O_2 = P_{po_2} / P_{abs}$, soit $\% O_2 = 1,6 / 4,5 = 0,3555$ soit 35,5 % d'O₂ max dans le mélange.

Question (4 points) 17PHY-DT-4-19(1)-C

Toute réponse non justifiée sera comptée fausse.

- 1) **Une palanquée de plongeurs Nitrox prépare une plongée dont la profondeur maximum sera de 37m. Des blocs gonflés au Nx36 sont disponibles au club. Ces blocs feront-ils l'affaire pour cette plongée ? (2 points)**

On calcule la Ppo₂ de ce mélange à 37m à l'aide de la loi de Dalton

$P_{po_2} = 4,7 \times 0,36 = 1,692$ bar

La Ppo₂ maximum autorisée étant de 1,6bar, ce mélange n'est pas utilisable pour cette plongée.

- 2) **Une palanquée de plongeurs Nitrox prépare une plongée dont la profondeur maximum sera de 35m. Elle souhaite utiliser le mélange le mieux adapté, en fixant une PPO₂ maximum de 1,5bar. Quel mélange va-t-elle utiliser ? (2 points)**

On utilise la loi de Dalton

$1,5 = 4,5 \times \% O_2$ donc $\% O_2 = 1,5 / 4,5 = 0,33$

Le mélange utilisé sera un Nx33.

Si le candidat propose une solution mixte utilisant le Nitrox présent sur le bateau, 0/2

QUESTION : 19ATA-DT-1-27(1)-C

Quelle est la profondeur maximale possible avec un Nitrox 32/68? Expliquez pourquoi. (1Pt)

La profondeur maxi est $10 \times (1,6 / 0,32 - 1) = 40$ m.

Au-delà de cette limite l'O2 devient toxique, il y a donc un risque important d'accident de plongée : L'hyperoxie.

Question (2 points) 19 ATA-DT-2-21(1)-C

On considère une bouteille gonflée au nitrox (40% O2, 60%N2) la bouteille est gonflée à 100b

- 3) À quelle profondeur ce mélange devient toxique avec un seuil de toxicité à l'oxygène à 1,6b ? Que risque le plongeur au-delà de cette profondeur ? Que peut-on faire pour limiter les risques par rapport au 1.6b? (2 points)

- $P_{abs} = P_{pO2max}/P_{pO2bloc} = 1,6/0,40=4b$ soit 30m (1 point)

- Au-delà du seuil de 1,6 b de pression partielle, l'oxygène devient toxique ; On parlera d'accident hyperoxique. (0,5 point)

- La législation limite la pression partielle d'oxygène à 1,6 b mais en pratique on peut la faire varier. Pour notre exercice nous pouvons utiliser des mélanges fond ayant une pression partielle d'oxygène limitée à 1,4 b. (0.5 point)

Question: (2 Pts) 19ATA-DT-2-22-(1)

Après analyse de son bloc Nitrox, un plongeur constate que son mélange comporte 34 % d'O2. Quelle profondeur maximum doit-il se fixer ? ($P_{pO2} = 1,6$ bar)

- $P_{pO2\ maxi} = P_{abs\ maxi} \times \% O2 = 1,6\ bar$ (1 Pt)
- Donc $P_{abs\ maxi} = 1,6 / 0,34 \approx 4,7\ bar$ donc 37m (1 Pt)

QUESTION : 19ATA-DT-2-262)-C

- 1) Quelle est la profondeur maximale à autorisée par la réglementation pour la plongée à l'air ?
- 2) Pourquoi cette limite a-t-elle été instituée? (1Pt)

60 m.

La limite légale est imposée par le décret hyperbare, soit 5.6b de P.p N2.

Question (4 points) 19ATA-DT-4-09(2)-C

- 1) On considère un mélange gazeux à 40 % O2 et 60 % N2.

Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère l'O₂ toxique pour PpO₂ > 1,6 bar ? (2 points)

$Pp\ O_2 = Pabs \times \%O_2$ soit $Pabs = PpO_2 / \%O_2$
 $Pabs = 1,6 / 0,4 = 4\ bars$
soit une profondeur maximum de 30 mètres

2) Quel est le pourcentage oxygène dans un mélange O₂/N₂, dont la profondeur maximale d'utilisation est 40 mètres ? (2 points)

$\%O_2 = PpO_2 / Pabs$ soit $\%O_2 = 1,6 / 5 = 0,32$

soit 32 % d'oxygène.
Mélange 32/68

Question (4 points) 19ATA-DT-4-20(1)-C

Un plongeur GP-N4 planifie une plongée à 45 m à l'air et décide de faire sa remontée et ses paliers avec un mélange 40/60.

1) A partir de quelle profondeur peut-il commencer à utiliser un tel mélange ? Pourquoi ? (2 points)

$PPO_2 = PA \times \% O_2$
 $PA = PPO_2 / \%O_2 = 1,6 / 0,4 = 4\ bar$, soit 30 mètres.

La profondeur limite à ne pas dépasser est de 30 mètres, s'il prenait son mélange en dessous de 30m, il y aurait risque d'hyperoxie.

2) Quels sont les avantages et les inconvénients des mélanges suroxygénés dans ce type d'utilisation ? (2 points)

Avantage : le pourcentage d'azote de ce mélange étant moins grand, il permet une meilleure élimination de l'azote. Ce qui permet d'augmenter la sécurité en conservant le même temps de palier qu'à l'air.

Inconvénient : nécessite une formation spécifique, la planification de la plongée doit être plus précise.

Question 2 : (4 points) 19ATA-DT-4-22(1)-C

4) Quel est le facteur qui en fonction de la profondeur limitera l'usage d'un mélange nitrox? (1 point)

La concentration d'O₂ du mélange.

5) Quel est le risque lié à la respiration d'un mélange nitrox en profondeur? (0.5 point)

Au delà du seuil de 1,6 bar de pression partielle l'oxygène devient toxique (neurotoxique), on parlera du risque d'accident hyperoxique.

6) Quelle est la profondeur maximale accessible pour un nitrox 32/68 ? (0.5 point)

$$PpO_2 = P_{abs} \times \%O_2 \quad \text{soit} \quad P_{abs} = PpO_2 / \%O_2 = 1,6 / 0,32 = 5 \text{ bar}$$

La valeur limite de la profondeur accessible avec un tel mélange est de 40 m.

7) Citez au moins trois avantages lié à l'usage du nitrox (1.5 point)

L'intérêt du nitrox :

- Diminuer le % d'azote respiré.
- Pour une même profondeur d'usage => augmentation de la durée de plongée sans palier ou de diminuer la durée de palier.
- Augmenter la qualité de la décompression.
- Diminuer le volume de gaz consommé (10 à 15%).
- Meilleur confort après plongée (fatigue).
- Profondeur équivalente air plus faible.

8) Quel mélange pouvez-vous utiliser, en considérant une limite de toxicité de l'azote de 5.6bar et une profondeur de 60m. (0.5 point)

$$\% = P.p / P_{abs} = 5.6 / 7 = 0.8 \text{ soit de l' } \underline{\text{AIR}}.$$

Nota pour le correcteur: le 4) a pour objectif d'introduire une notion de réflexion pour diminuer l'impact de l'aspect calcul dans cette question.

Question : (4 points) 19ATA-DT-4-23(1)-C

Considérant une P.pO₂ maxi de 1.6b, quel mélange est le plus approprié pour optimiser la décompression lors d'une plongée à 40m parmi les possibilités suivantes. Justifiez votre réponse:

- 20/80
- 32/68
- 40/60

Correction : (2 points)

32/68

$$\% = P.p / P_{abs} \Rightarrow 1.6 / 5 = 0.32 \times 100 \Rightarrow 32\%$$

Sachant que la P.pN₂ maximale autorisée est de 5.6b pour la plongée à l'air, cette limite n'est pas atteinte pour ce mélange, pourquoi ?

$$P_{abs} = P.p \text{ du gaz} / \% \text{ du gaz} \Rightarrow P_{abs} = 5,6 / 0,68 = 8,2 \text{ bar donc } 72 \text{ m}$$

De plus le facteur limitant est la $P.pO_2$ amenant vers le risque hyperoxique si dépassement des 40m.

Dans tous les la limite des 5,6 bar de $P.pN_2$ ne sera jamais atteinte. (2 points)

Question : (4 points) 19 ATA-DT-4-24(1)-C

Vous souhaitez diminuer le risque hyperoxique pour une plongée à 40m en considérant une $P.p O_2$ max de 1.5b.

Quel est la concentration du mélange pour cette plongée. (2 points)

$$\% \text{ oxygène} \Rightarrow 100 \times (P.p \text{ du gaz} / P.Abs) = (1.5/5) \times 100 = 30\% \text{ de } O_2$$

Quel est la $P.pN_2$ de ce mélange, sachant que pour la plongée à l'air la profondeur maximale d'utilisation est de 60m ? (2 points)

$$P.pN_2 = \% \text{ du gaz} \times P.Abs = 70\% \times 5 = 3.5 \text{ bar}$$

Question : (4 points) 19ATA-DT-4-25(2)-C

Si la $P.p N_2$ d'un nitrox est de 3.2b à 40m. Quel sera le risque lors de cette plongée et que faire, si vous considérez une $P.p O_2$ max de 1.6b ?

$\% \text{ azote} = 64$, d'où un $\% \text{ d'oxygène}$ de 36% à 40m, le mélange est hyperoxique. (2 points)

Il ne faut pas dépasser 34m (2 points), si le candidat indique 35m (0/2)

Question (4 points) 20ATA-DT-4-26(1)-C

- 4) Vous souhaitez plonger à 25 m au nitrox. Vous ne souhaitez pas dépasser une PpO_2 de 1,4 bar. Quel pourcentage d'oxygène devrez-vous utiliser ? (1 point)**

$$1,4 / 3,5 = 0,40$$

Utilisation d'un $Nx40$.

- 5) Quelle est la profondeur maximale que l'on peut atteindre avec une PpO_2 max de 1,6 bar avec un nitrox 32 % ? (1 point)**

$$1,6 / 0,32 = 5 \text{ bars.}$$

Profondeur maximale : 40 m.

- 6) Si la profondeur maximale au nitrox est dépassée, quel est le risque encouru ? (2 points)**

Il y a risque de crise hyperoxique au-delà d'une PpO_2 de 1,6 bar.

Question : (1 point) 19ATA-OP-1-07(1)-C

Que subit un rayon lumineux lorsqu'il pénètre dans l'eau ? (1Pt)

La réflexion, réfraction, absorption et diffusion des couleurs de la lumière.

Question (2 points) 19ATA-OP-2-01(1)-C

De quelles manières est modifiée la vision sous-marine ? (2 points)

- Les distances paraissent raccourcies : rapprochement
- Le diamètre apparent des choses augmente : grossissement
- La lumière diminue à mesure que la profondeur augmente
- Absorption des couleurs avec la profondeur

Question (2 points) 19ATA-OP-2-02(2)-C

De quelle manière est modifiée la vision des couleurs en plongée ? (2 points)

L'ordre de disparition des couleurs (absorption) avec la profondeur est (en partant de la surface) :

- Rouge
- Orange
- Jaune
- Vert
- Bleu
- Violet

QUESTION : 19ATA-OP-2-07(1)-C

Quelles sont les conséquences du port du masque sur la vision en plongée ? (2Pts)

Sans le masque il nous est impossible de voir sous l'eau. (0.5point)

Rapproche les objets des 3/4 de la distance réelle, et les grossit au 4/3. (0.5 point)

Champ de vision réduit. (1 point)

Question (4 points) 19ATA-OP-4-03(1)-C

De retour de plongée, vos 2 plongeurs N1 remontent ravis d'avoir vu un bar. L'un d'eux vous dit qu'il devait faire 60cm, le second annonce que le bar se trouvait à 3 m de la palanquée.

1) Que leur expliquez-vous ? (2 points)

- sous l'eau, grossissement des objets : un objet vu à travers le masque apparaît 4/3 fois plus gros (1.33). Taille imaginaire = taille réelle x 4/3

- sous l'eau, rapprochement des objets : un objet immergé vu à travers le masque apparaît au $\frac{3}{4}$ de la distance réelle. Distance apparente = distance réelle $\times \frac{3}{4}$

2) Quelle est la taille réelle de ce bar ? (1 point)

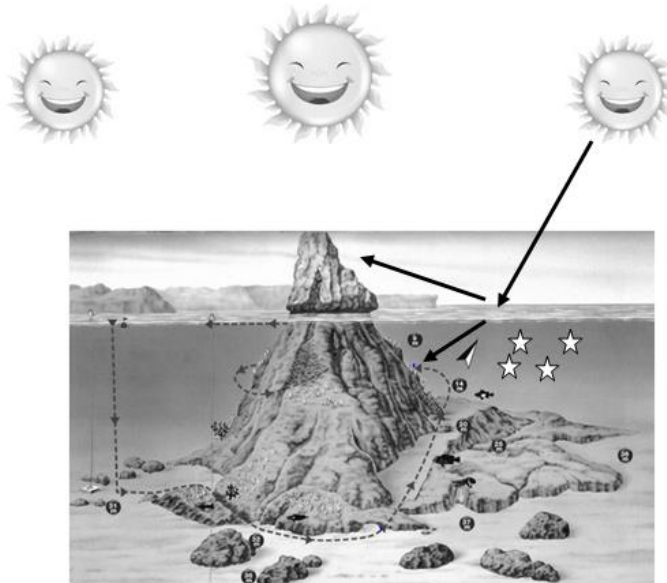
$$\text{taille réelle} = \text{taille imaginaire} / \frac{4}{3} = 60 \times \frac{3}{4} = 45 \text{ cm}$$

3) A quelle distance était-il réellement ? (1 point)

$$\text{distance réelle} = \text{distance apparente} / \frac{3}{4} = 3 \times \frac{4}{3} = 4 \text{ m}$$

Question (4 points) 19ATA-OP-4-05(1)-C

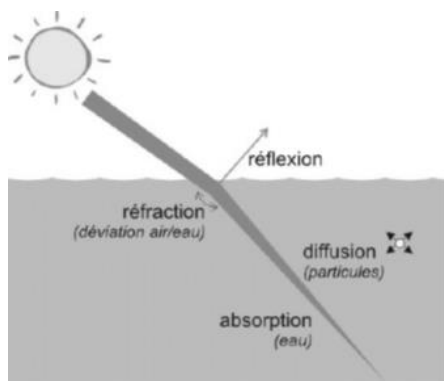
Vous plongez sur un site où vous n'avez pas de problème de marnage. La roche découvre toute la journée. Il est possible de plonger sur le site de 0 à 40m. Une personne PE40 en formation pour le niveau 2, ayant plongée sur ce site à des heures différentes vous pose les questions suivantes.



1) Pourquoi le site me semble-t-il différent à 9h00 du matin et à 16h00 ? (2 points)

Entre le matin et l'après-midi, le soleil tourne et la zone d'ombre provoqué par la roche à changer de côté, si les rayons du soleil sont cachés par la roche le site paraîtra sombre (0,5 point), Il est préférable de plonger avec le maximum de lumière, on plonge avec le soleil au zénith pour une luminosité maximale (0.5 point). La surface de l'eau réfléchit partiellement les rayons du soleil (phénomène de réflexion au passage de l'air vers l'eau (1 point). Plus le soleil est haut dans le ciel (au milieu

de la journée) moins il y aura de rayons réfléchis et les couleurs sous l'eau seront d'autant plus vives.



- 2) **Au fur et à mesure que l'on descend les poissons paraissent sombre cela est-il normal (0.5 point) ?**

Oui, car sous l'eau l'intensité lumineuse est plus faible.

- 3) **Peut-on compenser ce phénomène (0.5 point) ?**

Oui, on utilise des lampes de plongée ou phare.

- 4) **Comment évoluent la palette des couleurs en fonction de la profondeur ? (1 point)**

Plus on descend plus les couleurs disparaissent, l'ordre de disparition des couleurs (absorption) avec la profondeur est (en partant de la surface) : (1 point)

5 à 10 m : Disparition du rouge
 10-20 m : Disparition de l'orangé
 20-30 m : Disparition du violet
 35-40 m : Disparition du jaune
 40-45 m : Disparition du vert
 50 m : Disparition du bleu
 60 m : Vision monochrome

Question : (06 points) 19ATA-OP-4-07(1)-C

1. Quel est l'effet de l'absorption de la lumière dans l'eau ? (02 points)

Les couleurs disparaissent au fil de la profondeur, cela commence par le rouge

2. Quel est l'influence de la réfraction de la lumière dans l'eau ? (01 point)

C'est la modification de la direction de la propagation de la lumière dans l'eau

3. Quel est son influence sur la vision dans l'eau ? (01 point)

Cela se traduit par un rétrécissement du champ visuel et un grossissement des objets observés.

Question (6 points) 19ATA-OP-6-04(2)-C

1) Est-il judicieux de prendre uniquement la couleur des palmes des plongeurs de votre palanquée comme repère pour les différencier lors d'une plongée profonde ? (2 points)

Non, car le milieu aquatique étant plus dense que l'air, la lumière est absorbée (perte de luminosité et de couleurs).

Plus on descend plus les couleurs disparaissent :

- 5 à 10 m : Disparition du rouge
- 10-20 m : Disparition de l'orangé
- 20-30 m : Disparition du violet
- 35-40 m : Disparition du jaune
- 40-45 m : Disparition du vert
- 50 m : Disparition du bleu
- 60 m : Vision monochrome

Il n'est donc pas judicieux de prendre les uniquement la couleur pour différencier les plongeurs lors d'une plongée profonde

2) Par beau temps, à quel moment de la journée est-il préférable de plonger pour avoir le maximum de lumière ? (2 points)

La surface de l'eau réfléchit partiellement les rayons du soleil (phénomène de réflexion au passage de l'air vers l'eau).

Plus le soleil est haut dans le ciel (au milieu de la journée) moins il y aura de rayons réfléchis et les couleurs sous l'eau seront d'autant plus vives.

3) Comment notre vision est modifiée dans l'eau ? (1 point)

Lorsqu'un rayon lumineux passe de l'air dans l'eau, il est légèrement dévié. C'est la réfraction. C'est pourquoi, nous avons une perception erronée de la taille et de la

distance : nous percevons les choses plus grosses et plus proches qu'elles ne le sont en réalité.

4) Quelles actions mettez-vous en œuvre pour mieux communiquer avec votre palanquée ? (1 point)

Nous devons en avoir conscience pour la surveillance de la palanquée, notamment pour la communication en faisant les signes dans le champ de vision du plongeur concerné.

Il faut également faire attention au contre-jour, si je suis sous le plongeur et qu'il fait un signe dans l'axe de son corps, sa main est dans la zone d'ombre et par conséquent beaucoup moins visible.

Question (6 points) 19ATA-OP-6-06(1)-C

1) Pourquoi le champ de vision est-il diminué en plongée ? (2 points)

*Avec le masque, le champ de vision est rétréci, il y a des angles morts.
On doit tourner la tête plus régulièrement pour savoir où sont nos coéquipiers.*

2) Comment devez-vous adapter votre comportement en tant que GP pour remédier à cette situation ? (2 points)

Pour la communication en faisant les signes face au plongeur concerné et légèrement décalé de l'ombre du plongeur (contre-jour).

Le positionnement en les gardant plus proche en palanquée.

En indiquant dans le brief avant plongée, comment la communication sera faite.

Question : (4 points) 20ATA-OP-3-09(1)-C

1) Donnez deux exemples de conséquences de la réflexion, pour un plongeur assurant la sécurité de surface sur bateau. (02 points).

La réflexion peut perturber la surveillance avec les vagues qui reflètent le soleil, il est préférable d'avoir le soleil dans le dos pour une meilleure efficacité. (01 point).

Le soleil se reflétant sur l'eau peut favoriser les coups de soleil et abîmer les yeux, il est préférable de protéger sa peau et ses yeux. (01 point).

- 2) Donnez un exemple concret de la conséquence de la diffusion dans l'eau. (01 point).**

La très faible visibilité en eau trouble.

L'effet brouillard avec un phare à faisceau large.

Question : (4 points) 20ATA-OP-4-08(1)-C

- 1) Suite à une plongée, vous montrez sur une plaquette les diverses espèces rencontrées à votre palanquée de N1. L'un d'eux remarque que ce qu'il a vu paraissait plus gros que ce qu'il y a d'inscrit comme taille moyenne sur la plaquette. Expliquez-leur pourquoi notre vision change sous l'eau. (2 points)**

La lumière traverse deux milieux différents : l'eau et l'air (du masque). Lors du passage de l'un à l'autre les rayons lumineux sont déviés. Cette réfraction a pour résultat :

- *Grossissement de ce que nous voyons (4/3).*
- *Rapprochement de ce que nous voyons (3/4).*

- 2) Lors d'un débriefing suite à une plongée sur un site à 40 m, l'un des PN2 que vous avez encadrés vous fait remarquer que les couleurs ont disparu progressivement lors de la descente, mais que lorsque vous éclairiez les couleurs apparaissaient. Répondez-lui. (2 points)**

Plusieurs phénomènes apparaissent :

- *Réflexion : la surface de l'eau réfléchit une partie des rayons lumineux*
- *Absorption : l'énergie lumineuse est absorbée par l'eau et selon la couleur du spectre lumineux, les couleurs disparaissent progressivement*
- *Réfraction : selon l'heure de la journée, les rayons lumineux seront plus ou moins déviés par la surface de l'eau*

L'éclairage permet de redonner des couleurs aux objets et à la vie sous-marine.

Question (2 points) 19ATA-AC-2-01(1)-C

Alors que vous êtes en plongée, vous entendez le son d'une explosion sous-marine 6 secondes après qu'elle ait eu lieu.

1) A quelle distance de l'explosion êtes vous situé ? (2 points)

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

Question (2 points) 19ATA-AC-2-02(1)-C

Une explosion sous-marine a lieu à 4,5 km du lieu où vous plongez.

1) Au bout de combien de temps l'entendrez vous si vous êtes immergé ? (2 points)

*Le son se propage à 1500 mètres par seconde dans l'eau.
On va entendre l'explosion au bout de : $4500 / 1500 = 3$ secondes.*

Question : (02 points) 19ATA-AC-2-03(1)-C

1) Quelle est la vitesse du son dans l'eau ?

Environ 1500 m/s

2) Quelle est la conséquence sur notre audition en plongée ? (1Pt)

Il nous est impossible de déterminer d'où provient le son, car sous l'eau nous entendons avec l'ensemble de la boîte crânienne via l'oreille interne.

Toutefois nous pouvons discerner si le son se rapproche ou s'éloigne.

Question : (2 points) 19ATA-AC-2-04(1)-C

1) Quelle est la vitesse de propagation du son dans l'air (0.5pt), dans l'eau (0.5pt)?

350 m/s dans l'air (0.5pt)

1500 dans l'eau (0.5pt)

2) Quelle difficulté est générée par une vitesse de propagation rapide du son, dans l'eau ? (0.5 point)

On ne peut pas en percevoir la direction du son. (0.5pt)

3) Quelle est la conséquence pour le GP-N4 de subir une vitesse de propagation rapide du son, dans l'eau ? (0.5pt)

On ne peut seulement détecter un rapprochement ou un éloignement d'un bruit, comme celui d'un moteur de bateau.