

Question 1 : La compressibilité des gaz (7 points)

Vous allez encadrer un plongeur PE40 sur le site de plongée « *le Panier* ». Le directeur de plongée vous fixe comme paramètres maximum : 40 m et 30 minutes. Il vous demande de remonter sur le bateau avec 60 bars. Ce plongeur consomme 20l d'air / minute en surface

- A 40m, combien consomme-t-il ?
- Vous restez 15 minutes à 40 mètres ; combien restera-t-il dans son bloc de 12 litres avant d'amorcer la remontée, sachant qu'il avait 200 bars ? (on négligera la consommation lors de la descente)
- Lors de la remontée, votre ordinateur indique qu'il faut faire des paliers : 4 mn à 3 mètres ; Aurait-il suffisamment d'air pour remonter et respecter les consignes du DP ? (on ne tiendra pas compte de la consommation pour arriver au palier et entre les paliers)
- Entre le moment où on récupère le bloc venant d'être gonflé et le moment où on plonge, on constate un écart de pression. Pouvez-vous expliquer ce phénomène ?

Question 2 : La flottabilité (5 points)

Lors d'un séjour avec votre club en Méditerranée, vous encadrez un plongeur récemment breveté niveau 1. Sa formation s'est déroulée en piscine et Il a déjà plongé en gravière. Son volume étant de 85 dm³ et son poids de 83,5 kg.

- Quel lestage avait-il eu besoin de mettre pour sa plongée en gravière (altitude : niveau de la mer, et densité de l'eau = 1)
- En mer, la densité de l'eau est de 1,04. Avec le même matériel, comment ajuster vous son lestage ?
- En tant que guide de palanquée, en pratique, comment vérifiez-vous que vous lui avez donné les bonnes indications et quelle précaution pouvez-vous prendre ?

Question 3 : Les pressions partielles (4 points)

Lors d'une semaine « épave » en méditerranée, vous allez plonger sur les épaves dont certaines sont très profondes.

- Qu'est-ce que la pression partielle d'un gaz ?
- La profondeur maximum des plongées à l'air en France est de 60 mètres. Quelles sont les pressions partielles de l'O₂ et de l'N₂ à cette profondeur ? (air composé de 20% O₂ et 80% N₂)

Question 4 : L'acoustique en plongée (4 points)

Au large des Saintes, en Guadeloupe, des baleines chantent à 2475 mètres de vous qui êtes à 3 mètres au palier. Vous aimeriez voir ces baleines à la sortie de l'eau.

- Quelle est la vitesse du son dans l'air ? et dans l'eau ?
- Lorsque les baleines chantent, au bout de combien de temps entendez-vous ce bruit ? et le capitaine sur le bateau
- Pouvez-vous repérer d'où vient le son sous l'eau ? pourquoi ?
- Avez-vous le temps de prévenir le capitaine afin qu'il les repère ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

Question 1 : La compressibilité des gaz (7 points)

Vous allez encadrer un plongeur PE40 sur le site de plongée « *le Panier* ». Le directeur de plongée vous fixe comme paramètres maximum : 40 m et 30 minutes. Il vous demande de remonter sur le bateau avec 60 bars. Ce plongeur consomme 20l d'air / minute en surface

e) A 40m, combien consomme-t-il ? (1 pt)

A 40m, Pabs = 5 bars, le plongeur consomme 5 fois plus qu'en surface, soit $5 \times 20 = 100$ l/minute

f) Vous restez 15 minutes à 40 mètres ; combien restera-t-il dans son bloc de 12 litres avant d'amorcer la remontée, sachant qu'il avait 200 bars ? (on négligera la consommation lors de la descente) (2 pt)

• *$12 \times 200 = 2400$ litres d'air détendu*

• *Il consomme 100 l/min pendant 15 minutes $\rightarrow 100 \times 15 = 1500$ l, il restera $2400 - 1500 = 900$ l dans 12l, soit 75 bars*

g) Lors de la remontée, votre ordinateur indique qu'il faut faire des paliers : 4 mn à 3 mètres ; Aura-t-il suffisamment d'air pour remonter et respecter les consignes du DP ? (on ne tiendra pas compte de la consommation pour arriver au palier et entre les paliers) (2 pts)

• *A 3 mètres, Pabs = 1.3 bars \rightarrow consommation à 3 m : $20 \times 1.3 = 26$ l/min $\rightarrow 26 \times 4$ min = 104 l de consommation d'air détendu au palier de 3 mètres.*

• *Il restait : $75 \times 12 = 900$ l $\rightarrow 900 - 104 = 796$ litres dans 12l = 66,33 bars*

• *Le plongeur a donc suffisamment d'air pour remonter mais les consignes du DP seront respectées puisqu'il y avait demandé 60 bars.*

h) Entre le moment où on récupère le bloc venant d'être gonflé et le moment où on plonge, on constate un écart de pression. Pouvez-vous expliquer ce phénomène ? (2 pts)

• *Le gonflage des blocs (qui induit une compression des gaz) entraîne une augmentation de la température ; Charles a mis en évidence, qu'à volume constant, la pression d'un gaz augmente proportionnellement à l'élévation de la température.*

• *Lorsque l'on utilise le bloc pour aller plonger, celui-ci a eu le temps de refroidir. Après refroidissement, la pression aura donc baissé.*

Question 2 : La flottabilité (5 pts)

Lors d'un séjour avec votre club en Méditerranée, vous encadrez un plongeur récemment breveté niveau 1. Sa formation s'est déroulée en piscine et il a déjà plongé en gravière. Son volume étant de 85 dm³ et son poids de 83,5 kg.

- a) Quel lestage avait-il eu besoin de mettre pour sa plongée en gravière (altitude : niveau de la mer, et densité de l'eau = 1) (1,5 pt)

Poids apparent = poids - volume * densité eau

Papp = 83,5 - 85*1 = 1,5 kg de lest à ajouter

- b) En mer, la densité de l'eau est de 1,04. Avec le même matériel, comment ajuster vous son lestage ? (1,5 pt)

Poids apparent = 83,5 - 85*1,04 = 4,9 kg

On va donc ajouter = 4,9 - 1,5 = 3,4 kg

- c) En tant que guide de palanquée, en pratique, comment vérifiez-vous que vous lui avez donné les bonnes indications et quelle précaution pouvez-vous prendre ? (2 pts)

Si les conditions de la mer le permettent, en début de plongée, en surface gilet vide, et sans palmer, on vérifie que l'eau lui arrive au milieu du masque avec une respiration normale pour pouvoir ajuster son lestage (voir on prévoit de demander à quelqu'un sur le bateau de nous passer un plomb ou d'en récupérer si possible) et en fin de plongée on vérifie qu'il est équilibré au palier. Par précaution, on prend un plomb pédagogique qu'on pourra lui donner si besoin ; le sur lestage est à proscrire.

Question 3 : Les pressions partielles (4 pts)

Lors d'une semaine « épave » en méditerranée, vous allez plonger sur les épaves dont certaines sont très profondes.

- a) Qu'est-ce que la pression partielle d'un gaz ? (2 pts)

La pression partielle d'un gaz dans un mélange gazeux est la pression qu'il exercerait s'il occupait seul le volume entier du mélange (à la même température que le mélange).

- b) La profondeur maximum des plongées à l'air en France est de 60 mètres. Quelles sont les pressions partielles de l'O₂ et de l'N₂ à cette profondeur ? (air composé de 20% O₂ et 80% N₂) (2 pts)

• A 60 m, la pression absolue est de 7 bars.

• P_pO₂ = 7*0,2 = 1,4 bars c'est inférieur à 1,6 bars.

• P_pN₂ = 7*0,8 = 5,6 bars

Question 4 : L'acoustique en plongée » (4 pts)

Au large des Saintes, en Guadeloupe, des baleines chantent à 2475 mètres de vous qui êtes à 3 mètres au palier. Vous aimeriez voir ces baleines à la sortie de l'eau. (4 pts)

a) Quelle est la vitesse du son dans l'air ? et dans l'eau ? (1 pt)

Vitesse du son dans l'eau : 1500 m/seconde et dans l'air : 330m/seconde

b) Lorsque les baleines chantent, au bout de combien de temps entendez-vous ce bruit ? et le capitaine sur le bateau (1 pt)

Les plongeurs entendront les baleines $2475/1500 = 1,65$ secondes après

Dans l'air, 330m/s, le capitaine pourra les entendre $2475/330=7,5$ secondes après.

c) Pouvez-vous repérer d'où vient le son sous l'eau ? pourquoi ? (1 pt)

Non, car sur terre le son arrive entre les 2 oreilles avec un léger décalage dans le temps qui permet de déterminer d'où il vient. Sous l'eau ce décalage n'est pas perçu car la distance entre les 2 oreilles est insuffisante et du fait de la vitesse du son sous l'eau, le temps est trop court pour en percevoir l'origine.

d) Avez-vous le temps de prévenir le capitaine afin qu'il les repère ? (1 pt)

On dispose donc de $7,5$ secondes - $1,65 = 5,85$ secondes pour prévenir le capitaine, or il faut 30 secondes pour rejoindre la surface, donc ce n'est pas possible.