**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**Question N°1 :** « Optique et luminosité » (6 points)

La plongée est prévue sur un fond de plus de 40 m, et la visibilité risque d’être altérée par la présence de nombreuses particules en suspension. Malgré ces conditions, quelques plongeurs souhaitent faire de la photographie.

1. Quels sont les différents phénomènes optiques que nos plongeurs vont rencontrer ? Vous les définirez succinctement

b) Comment la lumière artificielle des flashs et des phares va modifier les différents phénomènes optiques que vous avez décrit précédemment.

**Question N°2 :** « gonflage des blocs à l’air » (3 points)

Pour cette plongée effectuée sur un fond de 45m, les plongeurs vont s’équiper d’un bloc de 15 l à l’air. Il y a 6 blocs de 15 l à gonfler jusqu’à 230 b, la pression résiduelle de ces 6 blocs est 30b. Pour réaliser le gonflage, vous disposez d’un compresseur et de 3 bouteilles tampons de 80 l gonflées à 300b.

1. A quelle pression peut-on gonfler les 6 blocs de 15 l en n’utilisant que les trois tampons, de façon simultanée ?
2. A la fin du chargement des 6 blocs de 15 l, la température des blocs est de 50 °C. Le lendemain, jour de la plongée, la température des blocs est de 18°C et la pression des 15 l est mesurée à 204 b. Retrouvez-vous la pression mesurée la veille juste après avoir utilisé les tampons pour réaliser le gonflage (vous arrondirez à l’entier inférieur) ?

**Question N°3 :** « Optimisation de la décompression » (4 points)

Pour optimiser leur décompression certains des plongeurs vont utiliser des bouteilles de 7 l gonflées à 200 b avec un nitrox à 70 %. Pour réaliser le gonflage de 4 blocs de 7 l initialement vides, nous disposons d’un compresseur et d’une bouteille de 50 l (B50) d’oxygène pur à 200 b. La B50 d’oxygène pur est reliée à un surpresseur (ou booster) qui permet d’utiliser toute la capacité de la B50 sans être limité par les pressions d’équilibre.

1. Décrivez la méthodologie que vous souhaitez suivre pour réaliser ce gonflage.
2. Quelle sera la pression dans la B 50 après les opérations de gonflage ?

**Question N°4 :** « planification de la plongée » (7 points)

Les plongeurs disposent chacun d’un bloc de 15 l d’air gonflé à 220 b et d’un bloc de 7 l gonflé à 200 b avec un nitrox 70 %.

1. A quelle profondeur les plongeurs peuvent-ils prendre le nitrox 70 % lors de leur remontée ?
2. En tenant compte de leur configuration en gaz, voilà deux options possibles calculées par leur moyen de décompression, pour une profondeur de 45 m :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temps plongée (temps fond) | Profondeur et durée des paliers | |
|  | 6m | 3 m |
| 15 min | 1 min | 6 min |
| 20 min | 3 min | 15 min |
| Profondeur = 45 m | | |

Les plongeurs souhaitent garder une réserve de 70 b sur leur bloc de 15 l. Leur ventilation est de 18 l/ min. Une fois passés sur le nitrox 70 %, ils le garderont jusqu’à la sortie de l’eau.

Sachant qu’il leur faudra 4 minutes de remontée pour atteindre la profondeur à laquelle ils peuvent passer sur le nitrox à 70 %, quel temps fond semble le plus adapté ?

Pour simplifier, vous considérerez que la consommation des plongeurs pendant la remontée jusqu’au changement de gaz est égale à celle au fond.

Vous justifierez votre réponse par le calcul en comparant les résultats pour les deux options. Vous vérifierez aussi que la bouteille de 7 l de nitrox est correctement dimensionnée pour effectuer la phase de décompression en sécurité.

Référentiel de correction

**Question N°1 :** « Optique et luminosité » (6 points)

La plongée est prévue sur un fond de plus de 40 m, et la visibilité risque d’être altérée par la présence de nombreuses particules en suspension. Malgré ces conditions, quelques plongeurs souhaitent faire de la photographie.

1. Quels sont les différents phénomènes optiques que nos plongeurs vont rencontrer ? Vous les définirez succinctement

*La réflexion : Brusque changement de direction d’une onde à l’interface de deux milieux. Dans le cas de l’eau, une partie de la lumière est réfléchie par la surface et ne pénètre pas dans l’eau. (1pt)*

*La réfraction : Déviation d’un rayon lumineux à l’interface entre deux milieux présentant un indice de réfraction différent (l’air et l’eau par exemple). Se traduit par une image comme « brisée » d’un seul et même objet lorsqu’il existe dans les deux milieux simultanément. (1pt)*

*La diffusion : Le rayon lumineux lorsqu’il rencontre des particules en suspension va être intercepté et réemis dans toutes les directions. L’intensité lumineuse s’en trouve diminuée prématurément avec la profondeur dans des eaux chargées. (0.5 pt)*

*L’absorption : diminution de l’intensité lumineuse en fonction de la distance parcourue dans le fluide depuis la source lumineuse (surface ou lampe) et de la longueur d’onde (absorption différente selon les couleurs). Cela va entrainer une disparition progressive, plus ou moins forte selon les couleurs, avec la profondeur. (1pt)*

b) Comment la lumière artificielle des flashs et des phares va modifier les différents phénomènes optiques que vous avez décrit précédemment.

*La réflexion et la réfraction ne seront pas modifiées par l’ajout de lumières artificielles. (0.5 pt)*

*En utilisant un éclairage artificiel en profondeur, on rapproche la source de lumière des objets éclairés ce qui réduira fortement l’effet de l’absorption et redonnera les couleurs qui avaient disparues avec la profondeur. (1pt)*

*Si le nombre de particules en suspension est très important, l’éclairage artificiel va générer une forte diffusion lumineuse entre la lampe et les objets éclairés (ou entre l’objectif et les objets photographiés) formant une sorte d’écran éblouissant. Dans cet optique, les flashs des appareils photos peuvent-être montés de façon à générer un éclairage déporté et non direct. (1pt)*

**Question N°2 :** « gonflage des blocs à l’air » (3 points)

Pour cette plongée effectuée sur un fond de 45m, les plongeurs vont s’équiper d’un bloc de 15 l à l’air. Il y a 6 blocs de 15 l à gonfler jusqu’à 230 b, la pression résiduelle de ces 6 blocs est 30b. Pour réaliser le gonflage, vous disposez d’un compresseur et de 3 bouteilles tampons de 80 l gonflées à 300b.

1. A quelle pression peut-on gonfler les 6 blocs de 15 l en n’utilisant que les trois tampons, de façon simultanée ?

*Si on gonfle les 6 blocs de 15 l en même temps avec les trois tampons en simultané, nous avons un système unique :*

*{ (3\*80\*300) + (6\*15\*30) } / { (3\*80) + (6\*15)} = 226 b*

*226 b est donc la pression d’équilibre du système. En théorie, on n’atteint pas les 230, mais les systèmes de mesures de pression utilisés ne permettent pas ce genre de précision. (1,5pt)*

1. A la fin du chargement des 6 blocs de 15 l, la température des blocs est de 50 °C. Le lendemain, jour de la plongée, la température des blocs est de 18°C et la pression des 15 l est mesurée à 204 b. Retrouvez-vous la pression mesurée la veille juste après avoir utilisé les tampons pour réaliser le gonflage (vous arrondirez à l’entier inférieur) ?

*P1/T1 = P2/T2*

*Pression initiale = pression finale \* température initiale / température finale*

*Pression initiale = 204 \* 323 / 291 = 226 b. (1,5pt)*

**Question N°3 :** « Optimisation de la décompression » (4 points)

Pour optimiser leur décompression certains des plongeurs vont utiliser des bouteilles de 7 l gonflées à 200 b avec un nitrox à 70 %. Pour réaliser le gonflage de 4 blocs de 7 l initialement vides, nous disposons d’un compresseur et d’une bouteille de 50 l (B50) d’oxygène pur à 200 b. La B50 d’oxygène pur est reliée à un surpresseur (ou booster) qui permet d’utiliser toute la capacité de la B50 sans être limité par les pressions d’équilibre.

1. Décrivez la méthodologie que vous souhaitez suivre pour réaliser ce gonflage.

*On peut commencer le gonflage par l’apport d’oxygène pur. On peut ensuite compléter par l’apport d’air avec le compresseur. Il faudra ajouter un surfiltre pour éviter toute contamination au niveau de la bouteille de 7 l. (2pts)*

1. Quelle sera la pression dans la B 50 après les opérations de gonflage ?

*Pour un Nitrox 70%, il me faut 60b de N2 et 140b de 02*

*Pour apporter 60b de N2, il faut apporter 60/80\*100 = 75b d’air, ce qui inclut 15b de O2.*

*On commencera donc par transférer 125b d’O2 (soit 140b – 15b) dans les blocs de 7l.*

*Quantité d’O2 prélevée de la B50 = 125\*7\*4 = 3500*

*Pression de la B50 : (50\*200 – 3500) /50 = 6500/50 = 130b (2pts)*

**Question N°4 :** « planification de la plongée » (7 points)

Les plongeurs disposent chacun d’un bloc de 15 l d’air gonflé à 220 b et d’un bloc de 7 l gonflé à 200 b avec un nitrox 70 %.

1. A quelle profondeur les plongeurs peuvent-ils prendre le nitrox 70 % lors de leur remontée ?

*On considère que nous ne devons pas dépasser une PpO2 de 1.6 b.*

*1.6 = 0.7 \* Pabs, soit Pabs = 2.28 b*

*Cela fait une profondeur de 12.8, que nous pouvons arrondir à 12 m par sécurité. (1pt)*

1. En tenant compte de leur configuration en gaz, voilà deux options possibles calculées par leur moyen de décompression, pour une profondeur de 45 m :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Temps plongée (temps fond) | Profondeur et durée des paliers | |
|  | 6m | 3 m |
| 15 min | 1 min | 6 min |
| 20 min | 3 min | 15 min |
| Profondeur = 45 m | | |

Les plongeurs souhaitent garder une réserve de 70 b sur leur bloc de 15 l. Leur ventilation est de 18 l/ min. Une fois passés sur le nitrox 70 %, ils le garderont jusqu’à la sortie de l’eau.

Sachant qu’il leur faudra 4 minutes de remontée pour atteindre la profondeur à laquelle ils peuvent passer sur le nitrox à 70 %, quel temps fond semble le plus adapté ?

Pour simplifier, vous considérerez que la consommation des plongeurs pendant la remontée jusqu’au changement de gaz est égale à celle au fond.

Vous justifierez votre réponse par le calcul en comparant les résultats pour les deux options. Vous vérifierez aussi que la bouteille de 7 l de nitrox est correctement dimensionnée pour effectuer la phase de décompression en sécurité.

*A 45 m, la pression est 5.5 b.*

*Pour une ventilation de 18 l/min, cela correspond à une consommation de 99 l / min. (1pt)*

*Partant du principe que les plongeurs souhaitent conserver une réserve de 70b dans leur bloc, cela suppose que nous avons 150 b « utiles ». Soit 150 \* 15 = 2250 l de disponibles. (1pt)*

*Pour l’option « 15 min fond », cela correspond à un temps de 15+4 = 19 minutes d’utilisation du 15 l à l’air, soit 19 \* 99 = 1881 l (soit un bloc à 94 b) (1pt)*

*Pour l’option « 20 min fond », cela correspond à un temps de 20+4 = 24 minutes d’utilisations du 15l à l’air, soit 24 \* 99 = 2376 l (soit un bloc à 61 b) (1pt)*

*Les deux options fonctionnent, mais seule l’option « 15 min fond » + 4 minutes de remontée permet de respecter la réserve à 70 b. (1pt)*

*Concernant le nitrox, dans le cas le plus défavorable (20mn à 45m), on aura :*

*(1.6\*3\*18) + (1.3\*15\*18) = 437.4 l*

*Soit 437.4/7 = 63 b consommés pour les deux paliers.*

*La bouteille de 7l est donc bien dimensionnée pour cette plongée (1pt).*