**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**QUESTION N° 1 : Gonflage, relevage et consommation (10 points)**

Votre président de club vous demande d’organiser une plongée dans le lac (pression atmosphérique de 1 bar) où vous plongez habituellement (densité eau = 1). Vous souhaitez récupérer le mouillage de l’embarcation que vous avez laissé sur le fond suite à un dysfonctionnement du guindeau, la profondeur est de 38m. La masse de l’ensemble ancre + chaîne est de 45 kg pour un volume de 12 dm3.

Votre club dispose d’un compresseur de 25m3/h. Vous avez à votre disposition 4 blocs de 15 litres gonflés à 30 bars, et 2 blocs de 15 litres identifiés nitrox 30/70 gonflés à 85 bars.

1. En utilisant uniquement le compresseur, combien de temps faudra-t-il pour gonfler : (5 pts)
2. Les 4 blocs air afin d’obtenir une pression finale de 200 b ?
3. Les 2 blocs nitrox afin d’obtenir une pression finale de 200 b ?
4. Quelle sera la nouvelle valeur du nitrox ainsi obtenu ? (composition de l’air : 20/80)
5. Quelle sera la profondeur limite d’utilisation de ce mélange (PpO2 max = 1.6 b) ?

(arrondir à la valeur entière, en allant dans le sens de la sécurité).

1. Pour exécuter le relevage du mouillage, vous disposez d’un parachute d’une capacité de 40 l (masse et volume négligeable) que vous allez fixer directement sur l’ancre. (2 pts)
2. Quelle quantité d’air au minimum vous faudra-t-il introduire dans le parachute pour avoir un poids apparent   
    nul ?
3. À quel volume d’air (détendu en surface) cela correspond-il ?
4. Quel sera le volume du parachute à la surface ?

C) Consommation : (3 pts)

Pour réaliser cette plongée, vous utilisez un bloc de 15l gonflé à 200b. Le temps de descente sur le fond est négligé. La recherche et l’arrimage du mouillage ont duré 11 mn. La durée de gonflage du parachute afin d’injecter 35 l d’air (avec votre détendeur de secours) a pris 2 mn. On considère que la DTR est de 7 mn à une profondeur moyenne de 20 m. Votre consommation en surface est de 20l/mn.

1. quelle sera la pression dans votre bloc en fin de plongée ?
2. quelle sera la pression dans le bloc du binôme qui vous assistait (en considérant qu’il a la même consommation que vous) ?

**QUESTION N°2 : Gonflage Nitrox (5 points)**

Citez les méthodes de fabrication d’un mélange Nitrox. Précisez les avantages et inconvénients de chacune d’elle.

**QUESTION N° 3 : Optique (3 points)**

L’utilisation d’un masque en plongée est essentielle pour voir nettement. Expliquez les modifications apportées par le masque sur la vision sous-marine et les incidences lors d’une plongée.

**QUESTION N° 4 Acoustique (2 points)**

Expliquez pourquoi il est plus difficile de localiser la provenance d’un son dans l’eau que dans l’air ?

**REFERENTIEL DE CORRECTION**

**QUESTION N° 1 : Gonflage, relevage et consommation (10 points)**

Votre président de club vous demande d’organiser une plongée dans le lac (pression atmosphérique de 1 bar) où vous plongez habituellement (densité eau = 1) afin de récupérer le mouillage de l’embarcation que vous avez dû laisser sur le fond de 38 m suite à un dysfonctionnement du guindeau. La masse de l’ensemble ancre + chaîne est de 45 kg pour un volume de 12 dm3.

Votre club dispose d’un compresseur de 25m3/h. Vous avez à votre disposition 4 blocs de 15 litres gonflés à 30 bars, et 2 blocs de 15 litres identifiés nitrox 30/70 gonflés à 85 bars.

1. En utilisant uniquement le compresseur, combien de temps faudra-t-il pour gonfler : (5 pts)
2. Les 4 blocs air afin d’obtenir une pression finale de 200 b ?

*Compresseur de 25 m3/h soit 25 000 l/h*

*Volume manquant :*

*Pression manquante : 200 – 30 = 170 b*

*donc un volume pour 1 bloc de 170 x 15 = 2550 l*

*donc un volume pour 4 blocs de : 2550 x 4 = 10200*

*Durée de gonflage : 10200/25000 = 0.408 h soit 24 mn 29 s 1 pt*

1. Les 2 blocs nitrox afin d’obtenir une pression finale de 200 b ?

*Volume manquant :*

*Pression manquante : 200 – 200 – 85 = 115 b*

*donc un volume pour 1 bloc de 115 x 15 = 1725 l*

*donc un volume pour 2 blocs de : 1725 x 2 = 3450 l*

*Durée de gonflage : 3450/25000 = 0.138 h soit 8 mn 17 s 1 pt*

1. Quelle sera la nouvelle valeur du nitrox ainsi obtenu ? (composition de l’air : 20/80)

*Quantité initiale d’O2 : 15 l x 85 b x 30 % = 382.50 l*

*Quantité rajoutée : 15 l x 115 b x 20% = 345 l*

*Total = 727.50 l*

*Soit 727.50 / (15x200) =0.2425 soit 24% d’O2, soit un nitrox 24/76 2 pt*

*Variante (calcul sur un bloc) :*

*PpO2 initiale = 85\*0.3 = 25.5 bars*

*PpO2 ajoutée =115\*0.2 = 23 bars*

*PpO2 totale = 25.5 +23 = 48.5 bars*

*Soit en pourcentage : (48.5/200 ) \*100 = 24.25% dO2*

1. quelle sera la profondeur limite d’utilisation de ce mélange ( PpO2 max = 1.6 b) ?

(arrondir à la valeur entière, en allant dans le sens de la sécurité).

*Pabs =1.6 / 24% = 6.66 b soit 56.60 m On prendra 56 m (valeur sécurité) 1 pt*

1. Pour exécuter le relevage du mouillage, vous disposez d’un parachute d’une capacité de 40 l

(masse et volume négligeable) fixé directement sur l’ancre. (2 pts)

1. quelle quantité d’air au minimum vous faudra-t-il introduire dans le parachute pour réussir

à décoller l’ensemble du fond ?

*Profondeur 38 m : soit 4.8 b de pression absolue*

*Mouillage : M = 45 kg, V = 12 l poids apparent = 45 – 12 = 33 kg*

*Volume d’air à injecter = poussée d’Archimède = 33 l 1 pt*

1. à quel volume d’air (détendu en surface) cela correspond-il ?

*Volume d’air détendu = 33 x 4.8 = 158.4 l 0.5 pt*

1. quel sera le volume du parachute à la surface ?

*Volume du parachute : 40 l, l’air s’échappant par le dessous. 0.5 pt*

C) Consommation : (3 pts)

Pour réaliser cette plongée, vous utilisez un bloc de 15l gonflé à 200b. Le temps de descente sur le fond est négligé. La recherche et l’arrimage du mouillage ont duré 11 mn. La durée de gonflage du parachute afin d’injecter 35 l d’air (avec votre détendeur de secours) a pris 2 mn. On considère que la DTR est de 7 mn à une profondeur moyenne de 20 m. Votre consommation en surface est de 20l/mn.

1. quelle sera la pression dans votre bloc en fin de plongée ?

*Au fond : 11’ + 2’ = 13’ 13 x 20 x 4.8 = 1248 l 0.5 pt*

*Gonflage : 35 x 4.8 = 168 l 0.5 pt*

*DTR: 7 x 20 x 3 = 420 l 0.5 pt*

*Total = 1248 + 168 + 420= 1836 l*

*Pression consommée : 1836/15 = 122.4 b*

*Il reste donc dans le bloc : 200 – 122.40 = 77.6 b 1 pt*

1. quelle sera la pression dans le bloc du binôme qui vous assistait (en considérant qu’il a la même consommation que vous) ?

*Au fond : 1248 l*

*DTR : 420 l*

*Total = 1668 l donc 1668 / 15 = 111.2 b consommés*

*Il reste donc dans le bloc : 200 – 111.2 = 88.8 b 0.5 pt*

*Autre calcul possible :*

*La différence de consommation provient du gonflage du parachute, soit 168 litres, correspondant à une pression de 168 / 15 = 11.2 bars.*

*La pression dans le bloc à la fin de la plongée sera de 77.6 + 11.2 = 88.8 bars*

**QUESTION N° 2 : Gonflage Nitrox (5 points)**

Citez les méthodes de fabrication d’un mélange Nitrox. Précisez les avantages et inconvénients de chacune d’elle.

1. *Mélange par pression partielle (lyre):*

*Avantages : Utilisation au maximum des tampons d'oxygène (avec un surpresseur).*

*Composition de mélange relativement précise.*

*Inconvénients : Blocs compatibles oxy quasiment obligatoire (sauf si remplissage en alternat avec de l’air) mais manipulation fastidieuse.*

*Manipulation multiples des blocs (oxygène puis air).*

*Attente pour l'homogénéisation du mélange. 2 pts*

1. *Mélange par flux continu (ou injection par stick)*

*Avantages : Pas d’attente pour l’homogénéisation du mélange.*

*Ajustement de la concentration en temps réel avec une bonne précision du mélange.*

*Utilisation maximale de l’O2 car injection à la pression atmosphérique.*

*Temps de fabrication identique que le gonflage à l’air.*

*Inconvénients : Mélange fabriqué à 40% d’O2 maximum.*

*Coût de l’installation élevé.*

*Risque de détérioration du compresseur en cas de mauvaise maîtrise du mélange 1.5 pt*

1. *Fabrication par « dénitrogénation ». Membrane*

*Avantages : Mélange réalisé à la pression atmosphérique. Commode quand approvisionnement en oxygène difficile, permet la production de grande quantité de Nitrox.*

*Inconvénients : Coût de l’installation et comme avec la méthode par flux continu, ne permet pas la confection de Nitrox à plus de 40 % d’O2 1.5 pt*

**QUESTION N° 3 : Optique (3 points)**

L’utilisation d’un masque en plongée est essentielle pour voir nettement. Expliquez les modifications apportées par le masque sur la vision sous-marine et les incidences lors d’une plongée.

*En vision aérienne, l’œil fait converger les rayons lumineux sur la rétine pour obtenir une image nette. Dans l’eau, l’image se forme en arrière de la rétine et l’image est floue. Il est nécessaire d’intercaler de l’air entre l’œil et l’eau pour retrouver une image nette avec le port du masque.*

*Les rayons lumineux qui passent de l’eau à l’air vont être déviés par réfraction et réflexion.*

* *nous voyons plus gros (facteur 4/3) 0.75 pt*
* *et plus proche (facteur 3/4) 0.75 pt*

*En plus de cet effet de « grossissement/rapprochement » global des objets, les images sont également déformées car, à l’interface eau/air du hublot du masque, les rayons lumineux sont*

*réfractés différemment selon leur angle d’incidence. Pour un objet suffisamment gros ou proche, il en résulte donc une image dont la taille s’agrandit avec l’angle du champ de vision (i.e. : les bords d’un objet apparaissent plus proche que son centre).*

*La jupe, le cerclage et, parfois la buée, du masque limitent le champ de vision latéral et vertical. Cette restriction oblige donc le plongeur à tourner régulièrement la tête afin d’observer ce qui se passe autour : surveillance, observation de l’environnement, sécurité. 1 pt*

*De même, cette réduction du champ visuel oblige aux plongeurs de localiser sur soi les matériels (purge, octopus, parachute…) sans les voir. 0.5pt*

**QUESTION N° 4 Acoustique (2 points)**

Expliquez pourquoi il est plus difficile de localiser la provenance d’un son dans l’eau que dans l’air ?

*L’appareil auditif permet d’entendre un son mais aussi d’en localiser sa provenance quand sa propagation est aérienne, c'est-à-dire d’environ 330 m/s.*

*Dans l’eau, la vitesse de propagation du son est d’environ 1500 m/s, contre environ 330 m/s dans l’air. Le décalage temporel du son entre les 2 oreilles est donc nettement réduit. 1 pt*

*De surcroit, en plus d’être capté par les oreilles externes, le son est également perçu par la boîte crânienne qui amplifie la réception et vient également perturber l’analyse du son telle que réalisée dans l’air.*

*Le système auditif est donc perturbé, ce qui complique le travail de localisation. 1 pt*

*Remarque technique (hors référentiel de correction) : Contrairement à ce qui est enseigné dans la plupart des cours sur l’audition en immersion, la localisation de la source d’un son est possible sous l’eau, par exemple en tournant la tête pendant qu’on entend le son. Cette localisation est moins précise que dans l’air, compte-tenu des éléments indiqués dans la correction de cette question.*