**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**QUESTION 1 (6 points)**

Un plongeur s’immerge avec un bloc de 15L à 200 bars pour une plongée profonde. On considère la consommation moyenne de ce plongeur en surface à 15l/min :

1. Calculez la chute de pression, en bars par minute, lue au manomètre à 40m, à 50 m et à 60m pour ce bloc de 15L (1,5pt)
2. Comment pouvez-vous utiliser ce calcul pour sensibiliser vos plongeurs aux risques d’une panne d’air  et à l’organisation de la plongée profonde ? (4,5pts)

**QUESTION 2 (7 points)**

Nous sommes en janvier et le président de votre CODEP vous confie l’organisation de la formation pratique des guides de palanquée sur trois week-ends, répartis de mars à mai. L’objectif est de leur permettre de se présenter à l’examen à partir de mi juin. Le profil des 8 candidats est le suivant :

* ils sont titulaires du niveau 3 depuis 1 an pour le plus jeune et 5 ans pour le plus ancien
* ils ont une vingtaine de plongées dans l’année qui précède leur préparation (dont une dizaine dans la zone de 40m)

1. Proposez un planning de ces trois week-ends (4pts)
2. Quelles consignes particulières donneriez-vous aux moniteurs lors du premier week-end ? (3pts)

**QUESTION 3 (7 points)**

Le président de votre club sollicite votre expertise pour l’achat d’un nouveau compresseur. Il vous demande de le dimensionner, sachant que :

* le club dispose d’un semi rigide de 16 plongeurs
* le parc de bouteilles est composé à part égale de 12 et de 15 litres à 200 bars de pression de service
* le club sort en général matin et après-midi, le samedi et le dimanche
* le président souhaite pouvoir regonfler entre deux plongées pendant maximum 2h00
* on considèrera qu’il reste 50 bars de pression résiduelle dans les blocs
* on fait l’hypothèse que l’air est un gaz parfait jusqu’ à 300 bars.

1. Calculez le débit optimal (en m3 par heure) du compresseur qu’il faudra acquérir. (2pts)

On considère 8 blocs 12 l et 8 blocs 15l par sortie

NB : on ne tiendra pas compte du bloc de sécurité

1. Faites une proposition d’installation de tampons de 50 litres à 300 bars (groupés par trois), en reliant tous les blocs de plongée à gonfler ensemble, afin de ne pas avoir besoin d’utiliser le compresseur pendant la pause méridienne, et prendre le repas au calme en compagnie de tous. (3pts)

Vous arrondirez chaque résultat intermédiaire à l’unité la plus proche.

On considère que la température des gaz est restée constante pendant toutes les manipulations.

1. Si l’on fait l’hypothèse qu’après gonflage des tampons à 300 bars la température de l’air des tampons est de 42°C et qu’elle est redescendue à 17°C au moment du gonflage des blocs de plongée, le dispositif de tampons peut-il être le même qu’à la question c ? (1,5 pts)
2. Après la réponse purement théorique à la question précédente, quel conseil pratique donneriez-vous à votre président pour économiser les finances du club. Vous justifierez vos conseils par le calcul. (2 pts)

Référentiel de correction

**QUESTION 1 (6 points)**

Un plongeur s’immerge avec un bloc de 15L à 200 bars pour une plongée profonde. On considère la consommation moyenne de ce plongeur en surface à 15l/min :

1. Calculez la chute de pression, en bars par minute, lue au manomètre à 40m, à 50 m et à 60m pour ce bloc de 15L (1,5pts)

* *La chute de pression lue au manomètre représente à partir de la formule : {(Pb1xVb)-(CpxPabs)/Vb= Pb2 lue au manomètre après une minute, avec :*
* *Pb1 : pression initiale de bloc*
* *Vb : Volume du bloc*
* *Cp : consommation du plongeur en surface*
* *Pabs : pression absolue*
* *Pb2 : pression restante dans le bloc après une minute de respiration*
* *Ou (Pb1-Pb2) = Cp \* Pabs/Vb*
* *{(200x15)-(15x5)}/15= 195 bars lu au manomètre après une minute soit 5 bars par minute à 40m*
* *{(200x15)-(15x6)}/15= 194 bars lu au manomètre après une minute soit 6 bars par minute à 50m*
* *{(200x15)-(15x6)}/15= 193 bars lu au manomètre après une minute soit 7 bars par minute à 60m*
* *Ou*
* *Pb1 – Pb2 = 15\*5/15 = 5 à 40m ; 6 à 50m, 7 à 60m*

1. Comment pouvez-vous utiliser ce calcul pour sensibiliser vos plongeurs aux risques d’une panne d’air  et à l’organisation de la plongée profonde ? (4,5pts)

* *Il est important de faire prendre conscience aux plongeurs de cette chute. Cette démonstration leur permettra de calculer rapidement une consommation au fond et de s’apercevoir qu’à ces profondeurs, la chute de la pression est particulièrement rapide (ex : 60b en 10 minutes pour une plongée à 50m et 72B en 12 minutes). Parallèlement la saturation augmente durant le séjour au fond, provoquant le rallongement de la durée des paliers, ce qui peut engendrer des problèmes de gestion de l’air.*
* *Pour l’organisation de plongées profondes, il conviendra d’attirer l’attention des pratiquants sur :*
* *La nécessité de planifier la plongée en fonction de la consommation et de définir un temps de fin de plongée, une pression mini de remontée, et un temps maxi de palier*
* *leur cohésion de palanquée pour une surveillance mutuelle efficace et une prise en charge rapide en cas de besoin*
* *la nécessité de quitter rapidement la zone lorsque la décision de remonter est prise*
* *le besoin de contrôler régulièrement leur manomètre, et de manière plus rapprochée par rapport à une plongée moins profonde (on s’attachera dans les enseignements de la plongée profonde à développer ce reflexe)*
* *la gestuelle parasite, qui doit être limitée à ces profondeurs pour éviter toute surconsommation*
* *l’adaptation de la combinaison pour éviter le froid qui va induire une surconsommation excessive*

**QUESTION 2 (7 points)**

Nous sommes en janvier et le président de votre CODEP vous confie l’organisation de la formation pratique des guides de palanquée sur trois week-ends, répartis de mars à mai. L’objectif est de leur permettre de se présenter à l’examen à partir de mi juin. Le profil des 8 candidats est le suivant :

* ils sont titulaires du niveau 3 depuis 1 ans pour le plus jeune et 5 ans pour le plus ancien
* ils ont une vingtaine de plongées dans l’année qui précède leur préparation (dont une dizaine dans la zone de 40m)

1. Proposez un planning de ces trois week-ends en précisant les moyens humains nécessaires pour réaliser cette formation (4pts)

*Plusieurs plannings sont évidemment possibles. Dans la proposition du candidat, le jury s’attachera à vérifier:*

* *le réalisme de la proposition vis à vis de la saturation, la sécurité, la fatigue (multiplication des remontées, zones d’évolution)*
* *la cohérence des contenus vis à vis des exigences de la FFESSM et de la progression pédagogique*
* *le réalisme des temps de repos et des temps consacré à l’esprit associatif au sein d’un club FFESSM*
* *les éléments de sécurité induits par l’emploi du temps (repos, adaptation des plongées aux horaires d’arrivée et de départ …)*
* *le réalisme des moyens humains (cadres, pilote, …)…*
* *le réalisme par rapport aux objectifs possibles de chaque week end*

1. Quelles consignes particulières donneriez-vous aux moniteurs lors du premier week-end ? (3pts)

*Les objectifs de ce 1er week-end sont d’évaluer les acquis des élèves, de commencer la formation GP et d‘instaurer une bonne ambiance de/dans le groupe. Ces consignes seront donc articulées autour de 3 axes :*

* *Assurer la sécurité :*
  + *Demander l’expérience de ses élèves.*
  + *Date des dernières plongées, profondeurs, … + adapter les plongées à ces éléments.*
  + *Limiter le nombre d’élèves par palanquées,*
  + *Etre attentif au froid, mal de mer, anxiété, …*
  + *Gérer les risques de narcose (progressivité des profondeurs, …)*
* *Enseigner :*
  + *Evaluer les acquis : capacité à s’équilibrer (lestage, maîtrise du gilet, tenue du paliers, …), consommation d’air, capacité à se déplacer (palmage, condition physique, …), configuration matérielle (position du 2nd détendeur, …), gestion du parachute de palier.*
  + *Commencer la formation GP : apporter des correctifs pour améliorer les éléments évalués (s’équilibrer, consommation d’air, propulsion, configuration matérielle, …), faire les séances indiquées dans le planning de la question précédente.*
* *Faire plaisir :*
  + *Favoriser l’entraide entre les plongeurs (vérif matérielles, s’aider à porter le bloc, aide à l’équipage, …),*
  + *Prévoir une partie d’exploration durant la plongée,*
  + *Partager son expérience d’encadrant (guidage de palanquée, …),*
  + *Penser à amener des bonbons (Carambar, Chamalows, …), une plaquette de chocolat ou des viennoiseries pour partager après la plongée… ou tout autre élément favorisant la convivialité !*

**QUESTION 3 (7 points)**

Le président de votre club sollicite votre expertise pour l’achat d’un nouveau compresseur. Il vous demande de le dimensionner, sachant que :

* le club dispose d’un semi rigide de 16 plongeurs
* le parc de bouteilles est composé à part égale de 12 et de 15 litres à 200 bars de pression de service
* le club sort en général matin et après-midi, le samedi et le dimanche
* le président souhaite pouvoir regonfler entre deux plongées pendant maximum 2h00
* on considèrera qu’il reste 50 bars de pression résiduelle dans les blocs
* on fait l’hypothèse que l’air est un gaz parfait jusqu’ à 300 bars.

1. Calculez le débit optimal (en m3 par heure) du compresseur qu’il faudra acquérir. (2pts)

On considère 8 blocs 12 l et 8 blocs 15l par sortie

NB : on ne tiendra pas compte du bloc de sécurité

* *A partir des informations du sujet, l’hypothèse est la suivante:*
* *8 blocs de 12 litres*
* *8 blocs de 15 litres*
* *pression résiduelle estimée après la première plongée : 50 bars*
* *Volume d’air à fournir : {15x8x(200-50)} + {12x8x(200-50)} = 32 400 litres*

*(soit 32,4 m3/h) à fournir sur deux heures*

* *Débit optimal du compresseur : 32,4/2 =* ***16,2 m3/h***

1. Faites une proposition d’installation de tampons de 50 litres à 300 bars (groupés par trois), en reliant tous les blocs de plongée à gonfler ensemble, afin de ne pas avoir besoin d’utiliser le compresseur pendant la pause méridienne, et prendre le repas au calme en compagnie de tous. (2pts)

Vous arrondirez chaque résultat intermédiaire à l’unité la plus proche.

On considère que la température des gaz est restée constante pendant toutes les manipulations.

* *Sur le même postulat concernant la quantité de blocs (voir a), la solution la plus économique étant le gonflage groupe de tampons après groupe de tampons, on obtient :*

*Calculons le nombre de groupe de tampons nécessaires au gonflage :*

***Groupe tampon 1 :***

*Pression dans les blocs et dans le tampon à l’équilibre :*

*[{15x8x50)} + {12x8x50)} + (50x3x300)] / {(15x8) + (12x8) + (50x3)}*

*= 6000 + 4800 + 45000 / 366*

*= 55800 / 366 = 152,45 bars*

*En arrondissant à l’unité la plus proche, la pression résiduelle dans le tampon à l’équilibre est de 139 bars*

***Groupe tampon 2 :***

*Pression dans les blocs et dans le tampon à l’équilibre :*

*[{15x8x152)} + {12x8x152)} + (50x3x300)] / {(15x8) + (12x8) + 50x3}*

*= 18240 + 14592 + 45000 / 366*

*= 77832 / 366 = 212 bars*

*En arrondissant à l’unité la plus proche, la pression résiduelle dans le tampon à l’équilibre est de 212 bars*

* *L’installation devra être constituée de 2 groupes de tampons si on ne désire pas utiliser le compresseur*

1. Si l’on fait l’hypothèse qu’après gonflage des tampons à 300 bars la température de l’air des tampons est de 42°C et qu’elle est redescendue à 17°C au moment du gonflage des blocs de plongée, le dispositif de tampons peut il être le même qu’à la question c ? (1,5 pts)

*Loi de Charles ; P/T = Constante*

*300/315=x/290 soit P = 290\*3/3,15= 276 bars bars à T = 17°C*

***Groupe tampon 1 :***

*Pression dans les blocs et dans le tampon à l’équilibre :*

*[{15x8x50)} + {12x8x50)} + (50x3x276)] / {(15x8) + (12x8) + (50x3)}*

*= 6000 + 4800 + 41400 / 366*

*= 52200 / 366 = 142,6 bars*

*En arrondissant à l’unité la plus proche, la pression résiduelle dans le tampon à l’équilibre est de 139 bars*

***Groupe tampon 2 :***

*Pression dans les blocs et dans le tampon à l’équilibre :*

*[{15x8x143)} + {12x8x143)} + (50x3x276)] / {(15x8) + (12x8) + 50x3}*

*= 17160 + 13728 + 41400 / 366*

*= 72288 / 366 = 197,5 bars*

* *L’installation devra être constituée de 3 groupes de tampons si on ne désire pas utiliser le compresseur*

1. Après la réponse purement théorique à la question précédente, et considérant qu’en plus l’air n’est pas un gaz parfait, quel conseil pratique de bon sens donneriez-vous à votre président pour économiser les finances du club. (1,5pts)

* *Après le deuxième groupe de tampon, il ne manque plus que 3 bars de pression dans les blocs.*
* *Ces 8 bars de pression représentent un temps de gonflage de très faible.*
* *Pour gonfler complétement les blocs après le deuxième groupe de tampons, il faudrait mettre en route le compresseur pendant quelques minutes minutes.*
* *L’investissement d’un groupe de tampon supplémentaire pour terminer le gonflage semble ne pas se justifier, tant sur le plan de l’entretien que sur le plan financier.*
* *Le conseil que l’expert peut donner au président est d’investir dans 2 groupe de trois tampons (et non 3 comme le calcul peut le laisser penser) et de terminer le gonflage au compresseur juste avant la plongée.*
* *Par ailleurs les calculs partent du postulat que tous les blocs sont utilisés et qu’il reste 50b à l’issue de la première plongée, ce qui n’est pas forcement le cas.*