**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**Question n° 1 : Compresseur (4 points)**

Un compresseur, d’un débit de 25m3/h est relié à 2 blocs tampons reliés entre eux d’un volume chacun de 50 litres.

La pression initiale de cette réserve d’air est de 100b.

1. Combien de temps ce compresseur va-t-il tourner pour que les tampons soient remplis à 250b ? (en arrondissant) (2 points)
2. Quel est le volume du 1er étage du compresseur sachant que la vitesse de cette machine est de 800 tours/min ? (2 points)

**Question n° 2 : Gonflage au Nitrox (5 points)**

Pour la préparation de votre plongée, vous désirez gonfler 2 bi-bouteilles vides, de volume 2 fois 10 litres chacun.

Le mélange à obtenir sera un Nitrox 32/68, pression 200b.

(Les pressions sont lues au manomètre)

1. Quelle devra être la pression minimale de votre B50 d’oxygène (en considérant un remplissage par pressions partielles) ? (3 points)
2. En présence de graisse sur un bloc de plongée connecté à une station Nitrox, en vue d’un remplissage d’O2 par pressions partielles, quel est le risque accru par un remplissage très rapide ? (0,5 points). Expliquez les phénomènes physiques et la contribution de chacun des éléments ? (1,5 points)

**Question n° 3 : Importance de la flottabilité (4 points)**

Vous souhaitez démontrer à des plongeurs en formation Guide de Palanquée, l’importance de leur lestage pour l’épreuve de l’Intervention sur un Plongeur en Difficulté de 40 mètres.

On étudie le cas d’un plongeur surlesté de 5kg et s’équilibrant à l’aide de son gilet.

Les variations de flottabilité dues à la compression du néoprène de la combinaison sont négligées, ainsi que les variations liées à la consommation d’air.

1. En remontant de 1m de la profondeur plancher de 40m, puis de 1m au palier de 3m, avec le surlestage annoncé, quelle est la compensation que le plongeur doit apporter pour assurer son équilibre ? (1 point)
2. Refaites le même calcul avec un surlestage de 1kg seulement (0,5 point). Quelle est votre conclusion uniquement sur la base de ce calcul sur la facilité de maintenir son équilibre en cas de surlestage? (0,5point)
3. Ce même plongeur s’équilibre à 40m, en début de formation avec son surlestage de 5kg et au cours du temps avec un surlestage de 1kg. On estime que son volume pulmonaire courant est de 0,5 litres. Calculez la plage de profondeur théorique dans laquelle ce plongeur pourrait varier en utilisant uniquement ce volume de 0,5 litres en plus de la compensation de son gilet, à 40m, dans les 2 configurations de lestage. (1,5 points par configuration de lestage). Sur la base de ces calculs uniquement, quelle est votre conclusion ? (0,5 points) ?
4. A 40m s’il est surlesté de 1kg, le volume de son gilet compensé au poumon ballast peut donc varier entre 0,5l et 1,5l

**Question n° 4 : Organisation Plongées Jeunes (7 points)**

Vous organisez un week-end de 2 jours pour une rencontre départementale de jeunes plongeurs en vue de leur future participation aux RIPE.

Vous disposez pour se faire d’un encadrement tout compris de : 1 E4 (vous), 1 E3 et 2 E2.

Vous vous concentrerez uniquement sur l’organisation liée à la plongée, l’ensemble de l’aspect logistique (hébergement, restauration, encadrement sur terre et surveillance….) ainsi que les infrastructures nécessaires (vestiaires séparés, dortoirs…) sont gérés par l’intermédiaire de la structure d’accueil.

Le nombre d’enfants, leurs âges et vécu ainsi que leurs desiderata sont donnés ci-dessous :

* 2 plongeurs de 11 ans en fin de formation Plongeur de Bronze et souhaitant obtenir leur diplôme
* 2 plongeurs d’Or de 13 ans, expérimentés et ayant déjà plongés à 15m, souhaitant obtenir la qualification « Aide Moniteur »
* 3 plongeurs N1 n’ayant jamais été à 20m dont 2 sont âgés de 12 ans révolus et 1 de 14ans
* 2 plongeurs d’Argent de 11 ans
* 1 groupe de 8 jeunes souhaitant pour 2 d’entre eux découvrir l’étoile de mer 1 et 4 jeunes pour l’étoile de mer 2 et 2 jeunes pour l’étoile de mer 3

L’ensemble des techniques de mise à l’eau et supports (bateau, zodiac, plage, bouées, parcours d’initiation, profondeurs souhaitées…) sont à votre disposition. La température de l’eau se situe entre 20°C et 22°C, tous les enfants sont équipés de cagoule.

Exposez sous forme d’un tableau : la composition de palanquées, leurs paramètres de plongée prévus (temps et profondeur maximum) et les objectifs des plongées. Si nécessaire, vous justifierez vos choix.

**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**Question n° 1 : Compresseur (4 points)**

Un compresseur, d’un débit de 25m3/h est relié à 2 blocs tampons reliés entre eux d’un volume chacun de 50 litres.

La pression initiale de cette réserve d’air est de 100b.

1. Combien de temps ce compresseur va-t-il tourner pour que les tampons soient remplis à 250b ? (en arrondissant) (2 points)
   * 150b ont été délivrés par le compresseur
   * Sachant que le débit est de : 25000 litres (25m3) en 1h en combien de temps 15000 litres sont délivrés (2 x 50 x 150) ?
   * 15000 / 25000 = 0,6h soit 36min
2. Quel est le volume du 1er étage du compresseur sachant que la vitesse de cette machine est de 800 tours/min ? (2 points)

Débit théorique = Volume du 1er étage x Vitesse de rotation (en tours /heure car le débit est en m3/h)

Volume du 1er étage = 25000 / (800 x 60) = 0,52 litres

**Question n° 2 : Gonflage au Nitrox (5 points)**

Pour la préparation de votre plongée, vous désirez gonfler 2 bi-bouteilles vides, de volume 2 fois 10 litres chacun.

Le mélange à obtenir sera un Nitrox 32/68, pression 200b.

(Les pressions sont lues au manomètre)

1. Quelle devra être la pression minimale de votre B50 d’oxygène (en considérant un remplissage par pressions partielles) ? (3 points)

Avec cette méthode de remplissage, il faut considérer que l’O2 sera utilisé en premier.

Dans 200 bars d’un Nitrox 32/68, il y a 136 bars d’azote (= 200 x 0,68).

Sachant que l’azote ne peut venir que de l’air, via le compresseur, ces 136 bars d’azote correspondent à 170 bars d’air (= 136 / 0,8).

Ces 170 bars d’air apportent 34 bars d’oxygène (= 170 x 0,2).

Un bloc de N32 à 200 bars contient 64 bars d’oxygène (= 200 x 0,32) en tout.

La pression finale de gonflage de l’O2 avec la B50 devra donc être de 30 bars.

Compte-tenu des hypothèses de l’exercice, cette pression finale est celle d’équilibre entre les bi-bouteilles et la B50. (1 point pour cette étape)

Il faut donc maintenant calculer la quantité d’oxygène apportée par le B50 dans les bi-bouteilles.

Cette quantité correspond à : 2 x 2 x 10 x 30 = 1200 litres

Ces 1200 litres d’O2 pur viennent uniquement de la B50, ce qui représente 24 bars (= 1200 / 50) dans la B50. (1 point sur cette étape)

La pression minimale de la B50 doit donc être de 54 bars (= 24 + 30) pour que la pression d’équilibre entre les bi-bouteilles et la B50 soit de 30 bars. (1 point)

La pression minimale dans la B50 est donc de 54b.

1. En présence de graisse sur un bloc de plongée connecté à une station Nitrox, en vue d’un remplissage d’O2 par pressions partielles, quel est le risque accru par un remplissage très rapide ? (0,5 points)

Expliquez les phénomènes physiques et la contribution de chacun des éléments ? (1,5 points)

Le risque redouté est le déclenchement d’une combustion de la graisse qui, du fait de la présence d’oxygène pur, risque d’être assez intense pour faire fondre le métal de la lyre de transvasement ou de la robinetterie du bloc.

Le remplissage rapide entraîne une vitesse rapide d’écoulement de l’oxygène dans la lyre de transvasement et/ou la robinetterie du bloc à gonfler.

Un amas de graisse dans l’écoulement va perturber celui-ci et freiner localement cet écoulement d’oxygène.

Ce ralentissement va induire une compression locale du fluide, induisant ainsi un échauffement d’autant plus important que la vitesse du fluide était élevée initialement et que l’amas de graisse est important.

Cet échauffement va augmenter la température de l’amas de graisse jusqu’à, éventuellement, dépasser la température d’inflammation de celle-ci.

La combustion de cet amas de graisse peut être suffisante pour faire fondre le métal de la robinetterie du bloc ou des éléments de la lyre de transvasement ce qui génère, du fait de la pression, une rupture du circuit en pression associée à un jet de liquide en fusion, à des projectiles (bout de robientterie ou de lyre) et à une déflagration (du fait de la pression).

**Question n° 3 : Importance de la flottabilité (4 points)**

Vous souhaitez démontrer à des plongeurs en formation Guide de Palanquée, l’importance de leur lestage pour l’épreuve de l’Intervention sur un Plongeur en Difficulté de 40 mètres.

On étudie le cas d’un plongeur surlesté de 5kg et s’équilibrant à l’aide de son gilet.

Les variations de flottabilité dues à la compression du néoprène de la combinaison sont négligées, ainsi que les variations liées à la consommation d’air.

1. En remontant de 1m de la profondeur plancher de 40m, puis de 1m au palier de 3m, avec le surlestage annoncé, quelle est la compensation que le plongeur doit apporter pour assurer son équilibre ? (1 point)

Un surlestage de 5kg dans le gilet à 40m implique une compensation de 5 litres dans le gilet ce qui représente 25 litres en surface (= 5 x 5)

A 39m cela représente : 25 /4,9 = 5,1 litres soit 0,1 litres à expulser de ses poumons ou de son gilet pour rester équilibré.

Entre 3m et 2m le surlestage représente (1,3x5 / 1,2) = 5,42 soit 0,42 litres à expulser de ses poumons de ses poumons ou de son gilet pour rester équilibré.

Autre méthode équivalente pour résoudre ce problème :

Un surlestage de 5 kg implique, quelque soit la profondeur, une compensation de 5 litres d’air à cette profondeur.

Or :

* 5 litres à 40 m correspondent à 25 L en surface (= 5 x 5).
* 5 litres à 39 mètres correspondent à 24,5 L en surface (= 5 x 4,9)
* 5 litres à 3 mètres correspondent à 6,5 L en surface (= 5 x 1,3)
* 5 litres à 2 mètres correspondent à 6 L en surface (= 5 x 1,2).

Donc, en remontant de 1 mètres entre 40 et 39 mètres, ce plongeur doit vider 0,5 L (soit 0,102 litres mesurés à 39 mètres).

En remontant de 1 mètre entre 3 et 2 mètres, il doit vider 0,5 L (soit 0,416 litres mesurés à 2 mètres).

1. Refaites le même calcul avec un surlestage de 1kg seulement (0,5 point). Quelle est votre conclusion uniquement sur la base de ce calcul sur la facilité de maintenir son équilibre en cas de surlestage? (0,5point)

A 40m, en remontant de 1m, le volume devient 1 x 5 / 4,9 = 1,02 soit 0,02l à expirer

A 3m en remontant de 1m, le volume devient 1 x 1,3 / 1,2 = 1,08 soit 0,08l à expirer.

Un surlestage induit une instabilité plus difficile à maitriser à 3m qu’à 40m.

1. Ce même plongeur s’équilibre à 40m, en début de formation avec son surlestage de 5kg et au cours du temps avec un surlestage de 1kg. On estime que son volume pulmonaire courant est de 0,5 litres.

Calculez la plage de profondeur théorique dans laquelle ce plongeur pourrait varier en utilisant uniquement ce volume de 0,5 litres en plus de la compensation de son gilet, à 40m, dans les 2 configurations de lestage. (1,5 points par configuration de lestage)

Sur la base de ces calculs uniquement, quelle est votre conclusion ? (0,5 points)

A 40m s’il est surlesté de 5kg, le volume de son gilet compensé au poumon ballast peut donc varier entre 4,5 litres et 5,5 litres

4,5L correspond à 5x5/4,5 = 5,5 soit 45m

5,5L correspond à 5x5/5,5= 4,5 soit 35m

1. A 40m s’il est surlesté de 1kg, le volume de son gilet compensé au poumon ballast peut donc varier entre 0,5l et 1,5l

0,5L correspond à 1x5/0,5= 10 soit 90m (largement au-dessus de nos nécessités et prérogatives)

1,5L correspond à 1x5/1,5 = 3,3 soit 23m

Le poumon ballast est bien plus efficace quand on est bien lesté et l’amplitude est beaucoup plus importante.

**Question n° 4 : Organisation Plongées Jeunes (7 points)**

Vous organisez un week-end de 2 jours pour une rencontre départementale de jeunes plongeurs en vue de leur future participation aux RIPE.

Vous disposez pour se faire d’un encadrement tout compris de : 1 E4 (vous), 1 E3 et 2 E2.

Vous vous concentrerez uniquement sur l’organisation liée à la plongée, l’ensemble de l’aspect logistique (hébergement, restauration, encadrement sur terre et surveillance….) ainsi que les infrastructures nécessaires (vestiaires séparés, dortoirs…) sont gérés par l’intermédiaire de la structure d’accueil.

Le nombre d’enfants, leurs âges et vécu ainsi que leurs desiderata sont donnés ci-dessous :

* 2 plongeurs de 11 ans en fin de formation Plongeur de Bronze et souhaitant obtenir leur diplôme
* 2 plongeurs d’Or de 13 ans, expérimentés et ayant déjà plongés à 15m, souhaitant obtenir la qualification « Aide Moniteur »
* 3 plongeurs N1 n’ayant jamais été à 20m dont 2 sont âgés de 12 ans révolus et 1 de 14ans
* 2 plongeurs d’Argent de 11 ans
* 1 groupe de 8 jeunes souhaitant pour 2 d’entre eux découvrir l’étoile de mer 1 et 4 jeunes pour l’étoile de mer 2 et 2 jeunes pour l’étoile de mer 3

L’ensemble des techniques de mise à l’eau et supports (bateau, zodiac, plage, bouées, parcours d’initiation, profondeurs souhaitées…) sont à votre disposition. La température de l’eau se situe entre 20°C et 22°C, tous les enfants sont équipés de cagoule.

Exosez sous forme d’un tableau : la composition de palanquées, leurs paramètres de plongée prévus (temps et profondeur maximum) et les objectifs des plongées. Si nécessaire, vous justifierez vos choix.

Référentiel de correction présenté sous la forme du tableau :

* + Constitution des palanquées (2 points) : 0,5 points par demi-journée en notant en « tout ou rien » 🡪 0,5 point si pas d’erreur sur la ½ journée, 0 sinon.
  + Paramètres de plongée (2 points) : même principe de notation.
  + Objectifs (2 points) : 0,5 point par ½ journée. Même principe de notation.
  + Justification (1 point).

Le tableau suivant présente un exemple de réponse possible.

