



**Examen de Moniteur Fédéral
2^{eme} degré
Niolon Mai 2004**

Aspects théoriques de l'activité. Durée 1 h Coefficient 3

sujet 1 : Plongée aux mélanges. (5 points)

Pour diminuer la narcose à l'azote, une des méthodes consiste à ajouter de l'hélium en fabricant un trimix composé d'air et d'hélium.

- a) Quelle serait la composition de ce mélange gazeux pour plonger à – 80 mètres, avec un équivalent azote correspondant à – 35 mètres ?
- b) Comment procédez vous pour sa fabrication ?
- c) Pouvez-vous utiliser ce mélange pendant toutes les phases de la plongée ?

(composition de l'air : 80% de N₂ et 20% de O₂, seuil hypoxique égal à 0,16 b).

Sujet 2 : Amélioration de votre station de gonflage. (9 points)

En moyenne, 20 plongeurs sont comptabilisés par sortie sur le bateau du club, soit 8 blocs de 15 litres et 12 blocs de 12 litres. Tous les blocs ont une pression de service à 200 bars.

Lorsqu'ils arrivent au gonflage, les blocs présentent généralement 50 bars dans les 15 litres et 25 bars dans les 12 litres.

Le compresseur du club débite 16 mètres-cube par heure et peut monter jusqu'à 300 bars.

- a) Combien de temps doit fonctionner le compresseur pour gonfler tous les blocs sans bouteilles-tampon?

Vous décidez de faire installer des bouteilles-tampon. Votre budget étant très serré, votre objectif est simplement de diviser par trois le temps de gonflage des blocs en limitant le nombre de bouteilles-tampon au strict nécessaire.

vous trouvez sur catalogue deux types de matériel :

- Bouteille-tampon de 50 litres, pression de service à 300 bars, à 792 € pièce.
 - Bouteille-tampon de 50 litres, pression de service à 250 bars, à 585 € pièce.
- b) En voulant, d'une façon très théorique, gonfler tous les blocs à la fois, combien faudra-t-il au minimum de bouteilles-tampon gonflées à leur pression de service dans les deux configurations pour atteindre votre objectif ?
 - c) Quelle solution retenez-vous entre les deux types de bouteille-tampon ? Argumentez votre réponse.

Sujet 3 : Organisation (6 points)

Le Groupe de compétences GC4 du nouveau cursus "initiateur", relatif à l'enseignement dans l'espace médian, est réservé aux titulaires du brevet d'initiateur et du niveau 4.

Vous devez concevoir une formation de deux jours, pour 8 stagiaires initiateurs venant d'obtenir le niveau 4.

- a) Quels objectifs voulez-vous atteindre ?
- b) Exposez votre programme et précisez les moyens et l'encadrement que vous jugez nécessaires.

Référentiel de correction

Question 1 (5 points)

a) 35 mètres à l'air soit $P_{pN_2} = 0,8 \times 4,5 = 3,6$ b

3,6 b de P_{pN_2} d'un héliair à 80 m représente pour l'azote la fraction $3,6 / 9 = 0,4$ soit 40% du mélange.

L'oxygène ne provenant que de l'air de gonflage, est lié quantitativement à l'azote selon

Fraction d'oxygène = $0,4 \times 0,2 / 0,8 = 0,1$ soit 10% du mélange.

L'hélium représente alors $100 - (40 + 10) = 50$ %, soit donc le mélange : **O₂ / He / N₂ 10/50 / 40**

b) Bloc vide transvasement d'hélium avec lyre, jusqu'à $P_{finale} \times 50$ % ; on complète à l'air jusqu'à P_{finale} au compresseur. On n'utilise pas d'oxygène pur, les précautions liées à utilisation d'oxygène ne s'appliquent pas.

c) Mélange hypoxique en surface et jusqu'à 6 mètres (seuil hypoxique à 0,16 b)

⇒ utiliser un autre gaz pour descente jusqu'à 6 mètres et pour remonté de 6 mètres à la surface, trajet de surface inclus .

Vérifications hyperoxie : à 80 m $P_{pN_2} = 9 \times 0,4 = 3,6$ b $P_{pO_2} = 0,1 \times 9 = 0,9$ bar, OK .

Question 2 (9 points)

a) Temps de gonflage sans bouteilles tampons

Total air résiduel

$$(8 \times 15 \times 50) + (12 \times 12 \times 25) = 6000 + 3600 = 9600 \text{ litres}$$

Total à gonfler

$$(8 \times 15 \times 200) + (12 \times 12 \times 200) = 24000 + 28800 = 52800 \text{ litres}$$

Air à compléter

$$52800 - 9600 = 43200 \text{ litres}$$

Pour un débit de 16000 l/h on a donc $43200 / 16000 = 2,7$ h ou 2 heures 42 minutes

b) Diminuer par trois le temps de gonflage revient à $2,7 / 3 = 0,9$ heures.

Ce qui revient à gonfler au compresseur : $0,9 \times 16000 = 14\,400$ litres.

Sur les 43200 litres à fournir , les tampons devront assurer $43200 - 14400 = 28800$ litres.

Compresseur fournira 14400 litres soit : $14400 / (120 + 144) = 54,54$ b

Solution n°1 bouteille-tampon à 250 bars :

Les tampons devront fournir :

$$200 - 54,54 = 145,46 \text{ b}$$

$$28800 / (250 - 145,46) = 275,5 \text{ (5,5 tampons) soit 6 tampons de 50 litres.}$$

Solution n°2 bouteille-tampon à 300 bars :

Les tampons devront fournir :

$$200 - 54,54 = 145,46 \text{ b}$$

$$28800 / (300 - 145,46) = 186,35 \text{ (3,7 tampons) soit 4 tampons de 50 litres.}$$

c) Au niveau prix et temps de gonflage les deux solutions très voisines ; la solution N° 2 (300 bars) impose de faire monter le compresseur à forte pression ⇒ plusieurs inconvénients :

- le compresseur va fonctionner à sa limite maximale de pression ; risque de chauffe et son dernier étage peut subir des dommages (clapets de sortie, piston)

- non linéarité de la compressibilité des gaz (loi de Van der Valls) ce modèle théorique est d'autant plus faux que la pression augmente ; En pratique le regonflage des tampons à 300 bars demandera plus de temps que prévu ; en fonctionnant aux limites maximales de pression le compresseur s'usera prématurément.

Vu que le parc du clubs se compose essentiellement de blocs de 200 bars **c'est la solution N° 1 qui est retenue**, plus conservatrice et plus sûre que la solution N°2.

Question 3 (5 points)

On évaluera le réalisme et la pertinence des choix proposés par le candidat