



**Monitorat Fédéral deuxième degré
Epreuves théoriques
Niolon Mai 2007**



Aspects théoriques de l'activité : Durée 1h ; coefficient 3

Exercice 1 (7 points)



Vous êtes le directeur de plongée au cours d'une plongée sur l'épave « France » dans le lac d'Annecy par 40 mètres de fond. La pression atmosphérique en surface est supposée de 1 bar.

Vous êtes en plein été, la température de l'eau est de 20°C en surface et est de 4°C au fond dans une eau de densité 1,2 (choisie par commodité de calcul).

- a) Lors de cette plongée quelles sont les consignes que vous donnez pour assurer cette plongée en toute sécurité ?

-  Pour l'ensemble des plongeurs.
-  Pour les plongeurs en autonomie et les guides de palanquée.

- b) Au cours de cette plongée vous découvrez une ancre d'un volume de 50 litres et d'une densité de 3,6. Vous décidez de remonter l'ancre à l'aide d'un parachute de levage de 1m³ dont le poids apparent dans l'eau est nul et que vous attachez à même l'ancre.

-  quelle sera la quantité d'air nécessaire au fond pour que l'ancre remonte seule ?
-  quel sera le volume du parachute au fond et à la surface ?





Exercice 2 (6 points)

Dans votre club votre président viens d'acheter un nouveau compresseur de 32 M3/heure et souhaite installer une rampe de gonflage avec des tampons de 50 litres à 300bars. Il souhaite avec les tampons pleins, pouvoir gonfler toutes les bouteilles du club à 200 bars en une seule fois sans mettre le compresseur en service dès lors qu'il reste au minimum 50 bars dans les bouteilles. Le club possède 10 blocs de 12 litres à 200 bars et 12 blocs de 15 litres à 220 bars. Par commodité de calcul on négligera les variations de température.

- a) Quelles préconisations vous lui conseillez pour l'installation des rampes de gonflage.
- b) Vous lui proposez une solution en installant les tampons en série, quel sera le nombre de tampons nécessaire.
- c) Combien de temps devra tourner le compresseur afin de remonter la pression dans les tampons à 300 bars.
- d) Proposez une autre manière d'assembler les bouteilles tampons permettant de diminuer leur nombre. Justifier votre réponse.

Exercice 3 (7 points)

Vous disposez au sein de votre club de :

-  Une lyre de transfert d'oxygène
-  Un compresseur air avec sur filtration
-  Une bouteille B 50 d'oxygène à 132 bar.
-  Un analyseur d'oxygène

La composition de l'air est par commodité de calcul de 20% O₂ et 80% N₂

Vous souhaitez fabriquer du nitrox 40/60 à la pression de 200 bars.

Vous disposez de cinq blocs de volume 15 litres gonflés au nitrox 33/67 dont la pression résiduelle est de 30 bars.

- a) Quelles sont les contraintes réglementaires pour fabriquer un mélange nitrox par transvasement ?
- b) Comment procédez vous pour optimiser votre stock d'oxygène.
- c) Quelle sera la pression résiduelle dans la bouteille d'oxygène à la fin du transvasement ?
- d) Combien de blocs pourront être gonflés à 200 bar ?
- e) A la fin du transvasement, les blocs ont une température de 40°.
Quelle sera la pression (arrondie au bar le plus proche) dans ces blocs dans une eau à 12° C ?

Remarques : Tous les blocs devront contenir du nitrox 40/60.

Grilles d'évaluation

Exercice 1 (7 pts)

	Points attribués	
a) Pour l'ensemble des plongeurs	1	7
a) Pour les plongeurs en autonomie et les guides de palanquées	2	
b) quantité d'air nécessaire	2	
b) volume du parachute	2	

Exercice 2 (6 pts)

	Points attribués	
a) préconisations	1	6
b) nombre de tampons en série	2	
c) temps de gonflage	2	
d) autre manière d'assembler les bouteilles tampons	1	

Exercice 3 (7 pts)

	Points attribués	
a) Contraintes réglementaires	1	7
b) Procédures optimisée	2	
c) Pression d'oxygène résiduelle	2	
d) Nombre de blocs gonflés	1	
e) Pressions dans les blocs dans une eau à 14 degrés	1	

Solutions

Exercice 1 (7 pts)

a) les consignes données :

A l'ensemble des plongeurs :

- 2^{ème} détendeur obligatoire pour tous.
- Utilisation de combinaisons adaptées au milieu (froid).
- Favoriser, pour la combinaison, le multicouche plutôt que la monopiece tout en gardant une certaine aisance.
- Port des gants obligatoire.
- Maintenir une respiration lente et régulière durant toute la plongée.
- Utilisation du direct système en opposition avec l'inspiration.
- Plier le tuyau de moyenne pression en cas de givrage du 1^{er} étage et passer sur le détendeur de secours.

Aux guides de palanquées et aux plongeurs autonomes :

- repérer avant de partir la position des volants de fermeture des détendeurs principaux des membres de leur palanquée.
- Ne pas descendre trop vite.
- Rester à proximité des membres de sa palanquée durant toute la plongée.
- Surveiller régulièrement la ventilation des membres de sa palanquée afin de surveiller les risques de givrage.
- surveiller régulièrement les membres de la palanquée suite au froid et rester attentif au comportement et aux tremblements.
- Imposer des profils de plongées avec des temps de paliers ne dépassant pas 10 minutes.

b) -

$$P_{ab} = (4 \times 1) + 1 = 5$$

$$\text{Poids} = 50 \times 3,6 = 180 \text{ Kg} . \text{ Poussée d'Archimède} = 50 \times 1 = 50 \text{ donc poids apparent} = 180 - 50 = 130 \text{ kg}$$

$$\text{Volume d'air nécessaire au fond pour que l'ancre remonte} : 130 \text{ litres}$$

$$\text{Volume du parachute de levage au fond} : 100 \text{ litres}$$

$$\text{Quantité d'air dans le parachute au fond} : 100 \times 5 = 500 \text{ litres}$$

$$\text{Volume du parachute de levage en surface} : 500 / (273 + 4) = V / (273 + 20) \text{ soit } V = 528,88 \text{ litres}$$

Exercice 2 (6 pts)

a) au vu des blocs du club, mise en place de 2 rampes de gonflages indépendantes. une à 200 bars et l'autre à 220 bars équipée chacune d'un minimum de 3 tuyaux de chargement et de soupapes de sécurité.

Mise en place de ces rampes dans un local non accessible par tous.

Affichage de toute la réglementation en vigueur.

Mise en place d'une prise d'air extérieur loin des pollutions.

$$b) 10 \text{ b} \times 12 \text{ l} \times (200 \text{ ba} - 50 \text{ ba}) = 120 \times 150 = 18 \text{ 000 litres}$$

$$12 \text{ b} \times 15 \text{ l} \times (200 \text{ ba} - 50 \text{ ba}) = 180 \times 150 = 27 \text{ 000 litres}$$

$$18 \text{ 000} + 27 \text{ 000} = 45 \text{ 000 litres}$$

On dispose de tampons gonflés à 300 b, pour gonfler des blocs à 200 b

$$100 \text{ b} \times \text{Nbtampons} \times 50 = 45000, \text{ donc Nb tampons} = 9$$

Ils devront disposer de 9 blocs tampons de 50 litres à 300 bars en série pour pouvoir gonfler les 22 bouteilles à 200 bars.

$$c) 45 \text{ 000 litres} / 32 \text{ 000 litres-heures} = 1,40 = 1 \text{h}24' \text{ (une heure et vingt quatre minutes)}$$

d) Afin de pouvoir gonfler les bouteilles à 200 bars avec les blocs tampons sans relancer le compresseurs il est possible d'assembler les blocs tampons en série par 2 ou par 3. 2 séries de 2 blocs et une série 3 blocs. Soit 7 blocs tampons.

$$10 \times 12 \times 50 = 6000$$

$$12 \times 15 \times 50 = 9000$$

$$2 \times 50 \times 300 = 30000$$

$$6000 + 9000 + 30000 = 45000$$

$$45000 / 400 = 112,5 \text{ bars}$$

$$10 \times 12 \times 112,5 = 13500$$

$$12 \times 15 \times 112,5 = 20250$$

$$2 \times 50 \times 300 = 30000$$

$$13500 + 20250 + 30000 = 63750$$

$$63750 / 400 = 159 \text{ bars}$$

$$10 \times 12 \times 159 = 19080$$

$$12 \times 15 \times 159 = 28620$$

$$3 \times 50 \times 300 = 45000$$

$$19080 + 28620 + 45000 = 92700$$

$$92700 / 450 = 206 \text{ bars}$$

Attention : il peut exister d'autres solutions. : exemple 4 tampons puis 3 tampons, soit 7 tampons

1^{er} gonflage jusqu'à équilibre sur 4 tampons :

$$(10 \times 12 + 12 \times 15) \times (P - 50) = 4 \times 50 \times (300 - P), \text{ soit } P_{\text{équilibre}} = 150 \text{ b}$$

2nd gonflage jusqu'à 200 b sur 3 tampons

$$(10 \times 12 + 12 \times 15) \times 50 / 3 \times 50 = 100 \text{ b}, \text{ soit } \text{pression finale dans les 3 tampons} = 300 - 100 = 200 \text{ b}$$

Exercice 3 (7 pts)

a. Accord de l'exploitant pour le gonflage. Matériel dégraissé conforme (robinets et blocs) compatibles oxygène.

b. Comment procéder ?

On gonfle les 15 litres l'un après l'autre, pour arriver au résultat souhaité pour le dernier bloc, il convient de le vider.

Voici comment procéder :

1° calcul des besoins :

J'ai 30 bar de 33/67 donc 10 bar d'O₂ et 20 bar d'N₂

Je veux 200 bar de 40/60, donc 80 Bar d'O₂ et 120 bar d'N₂.

Avec 120 bar d'N₂ j'ai 150 bar d'air et 30 bar d'O₂.

J'ai déjà 20 bar d'N₂, donc il ne m'en faut plus que 100, soit 125 bar d'air avec 25 bar d'O₂.

Il me faut 80 bar d'O₂, j'en ai 25 de l'air et 10 du nitrox résiduel. Pour 80, il me faut $80 - 25 - 10 = 45$.

2° : comment je procède : J'ai 30 bar dans les blocs. Je complète avec l'O₂ jusqu'à $30 + 45 = 75$ bar puis je rajoute 125 bar d'air.

J'ai donc prélevé dans la B50 d'O₂ : $45 \text{ bar} \times 15 \text{ l} = 675 \text{ litre} \div 50 = 13,5 \text{ bar}$.

Je remplis le bloc 1 : B 50 avec $132 - 13,5 = 118,5$

Je remplis le bloc 2 : B 50 avec $118,5 - 13,5 = 105$

Je remplis le bloc 3 : B 50 avec $105 - 13,5 = 91,5$

Je remplis le bloc 4 : B 50 avec $91,5 - 13,5 = 78$.

Pour remplir le 5^e bloc, je le vide de ses 30 bars de 33/67.

Donc il me faut : 200 bar de 40/60.

Avec 120 bar d'azote, donc $120 \times 5 \div 4 = 150$ bar d'air et 50 bar d'O₂.

c.

Je prélève dans la B 50 : $50 \text{ bar} \times 15 \text{ litres} = 750 \text{ litres} \div 50 = 15 \text{ bar}$

Reste $78 - 15 = 63 \text{ bar}$.

d. avec cette technique on gonfle les 5 blocs.

e. Loi de Charles : $200 \times (273 + 12) \div (273 + 40) = 182,1$ soit 182 bar