

Aspects théoriques de l'activité
Durée de l'épreuve 1h 30 - coefficient 3

1- Le matériel et la plongée en eau froide : (7 points)

- a- Expliquer le phénomène de production de froid dans un détendeur
- b- Quel est l'emplacement privilégié de la formation de glace dans le premier étage des détendeurs à membrane et à piston ?
- c- Expliquer les principes physiques de base utilisés par les constructeurs pour lutter contre ce phénomène.
- d- Quelles sont les astuces utilisées par les constructeurs pour optimiser ce processus.
- e- Quelles sont les précautions à prendre et les fautes à éviter pour prévenir le givrage?

2- Concevoir une station de gonflage : (7 points)

Le responsable technique d'un club est confronté à différents problèmes à résoudre. Ainsi, le club a décidé d'investir dans une nouvelle station de gonflage qui respecte un cahier des charges bien précis et le Président demande à son responsable les critères de choix.

- ✓ La plongée estivale du matin fait utiliser habituellement 11 blocs de 12 L à 200 b dans lesquels il reste en moyenne 30 b et 7 blocs de 15 L dans lesquels il reste 70 b.
 - ✓ Le local de gonflage, sera équipé de 6 tampons de 50 L à 250 b utilisés en une seule série. On disposera d'une rampe de gonflage avec laquelle on gonflera les blocs par série de 6.
 - ✓ Compte tenu du temps de manipulation des blocs et du faible temps disponible après la plongée du matin, on souhaite que l'utilisation obligatoire du compresseur pour monter les bouteilles à 200 b soit limitée à 30 minutes. On utilisera donc les tampons au maximum.
- a. Quel est le débit minimum du compresseur qui doit être acheté pour répondre au cahier des charges. Vous argumenterez votre choix par le calcul et vous arrondirez votre résultat à une valeur qui vous paraîtra pertinente compte tenu des types de compresseurs qui existent sur le marché.
 - b. Combien de temps le compresseur devra-t-il tourner pour remettre les tampons à leur valeur initiale pour préparer la plongée de l'après-midi.
 - c. Pour réaliser cette installation avec des bouteilles tampons de 50 L à une pression de service de 250 b quelle est la contrainte réglementaire. Cette contrainte serait-elle différente si la pression de service des bouteilles tampons retenues était de 200 b, si la pression de service des bouteilles tampons retenues était de 350 b.
 - d. Votre président vous suggère d'optimiser la station en utilisant des tampons à 350 b au lieu de ceux initialement prévus à 250 b. Donnez les arguments qui démontrent que cette solution, en apparence séduisante, présente quelques inconvénients.

3- Organisation d'un stage de plongée. (6 points)

Responsable technique d'un club de l'intérieur, vous devez organiser un stage de préparation au niveau III pour 4 plongeurs pendant un weekend end de 3 jours.

- a. Exposez vos objectifs de formation.
- b. Donnez le programme de travail de chacune des 6 plongées.
- c. Comment comptez-vous aborder la formation à l'autonomie de vos 4 plongeurs ?

Aspects théoriques de l'activité

Durée de l'épreuve 1h 30 - coefficient 3

Éléments de correction

4- Le matériel et la plongée en eau froide : (7 points)

f- (1 point) Expliquer le phénomène de production de froid dans un détendeur

Lorsque l'air se détend, il se refroidit. Si il y a présence d'eau il y a risque de formation de glace.

La production de froid est proportionnelle au gradient de pression et au débit.

Le risque de givrage est donc maximum au premier étage.

g- (1 point) Quel est l'emplacement privilégié de la formation de glace dans le premier étage des détendeurs à membrane et à piston ?

Détendeur à membrane : L'eau se trouvant dans la chambre humide gèle contre la membrane en la maintenant en position enfoncée donc : débit continu, phénomène progressif.

Détendeur à piston : Le joint torique autour du piston se colle au métal de la chambre le plus souvent en position ouverte (moment de production maxi de frigories) : débit continu, phénomène instantané.

h- (2 points) Expliquer les principes physiques de base utilisés par les constructeurs pour lutter contre ce phénomène.

Réchauffer le détendeur par l'eau ambiante dont la T° est toujours > 0°C

- Utiliser un métal bon conducteur de chaleur (Laiton)
- Faciliter les échanges thermiques entre la chambre humide et l'eau ambiante
- Faciliter les échanges thermiques entre la chambre MP et le milieu ambiant.
- Ailettes de « réchauffement »

Evacuer les frigories vers l'extérieur mais pas dans la chambre humide !

i- (2 points) Quelles sont les astuces utilisées par les constructeurs pour optimiser ce processus.

- Remplir la chambre humide de glycol ou de silicone ou l'isoler par une membrane souple
- Remplir d'air la chambre humide par un système à micro-fuites
- Utiliser le système DIN meilleur conducteur de chaleur
- Utiliser le minimum de pièces métalliques au 2^{ème} étage (Téflon, Rilsan...)

j- (1 point) Quelles sont les précautions à prendre et les fautes à éviter ?

- Présence d'eau dans les bouteilles au gonflage
- Enrober le 1^{er} étage dans du tissu ou du Néoprène
- Mettre sur le même 1^{er} étage le direct système et le 2^{ème} étage principal.
- Dans le cas contraire, éviter de gonfler le gilet pendant une inspiration.
- Faire fuser les détendeurs

5- Concevoir une station de gonflage : (7 points)

Le responsable technique d'un club est confronté à différents problèmes à résoudre. Ainsi, le club a décidé d'investir dans une nouvelle station de gonflage qui respecte un cahier des charges bien précis et le Président demande à son responsable les critères de choix.

- ✓ La plongée estivale du matin fait utiliser habituellement 11 blocs de 12 L à 200 b dans lesquels il reste en moyenne 30 b et 7 blocs de 15 L dans lesquels il reste 70 b.
 - ✓ Le local de gonflage, sera équipé de 6 tampons de 50 L à 250 b utilisés en une seule série. On disposera d'une rampe de gonflage avec laquelle on gonflera les blocs par série de 6.
 - ✓ Compte tenu du temps de manipulation des blocs et du faible temps disponible après la plongée du matin, on souhaite que l'utilisation obligatoire du compresseur pour monter les bouteilles à 200 b soit limitée à 30 minutes. On utilisera donc les tampons au maximum.
- e. (3 points) Quel est le débit minimum du compresseur qui doit être acheté pour répondre au cahier des charges. Vous argumenterez votre choix par le calcul et vous arrondirez votre résultat à une valeur qui vous paraîtra pertinente compte tenu des types de compresseurs qui existent sur le marché.

Gonflage de la 1ere serie de 6 blocs de 15 litres à 70b sur les 6 tampons de 50l à 250b, pression finale blocs 200 :

$$6 \cdot 15 \cdot 130 = 11700 / 6 \cdot 50 = 39 \text{ b Il reste donc } 250 - 39 = 211 \text{ b dans les tampons}$$

Gonflage de la seconde série de 1 bloc de 15l à 70 b et de 5 blocs de 12l à 30 b sur les tampons, équilibre final

$$1 \cdot 15 \cdot 70 + 5 \cdot 12 \cdot 30 + 6 \cdot 50 \cdot 211 = (15 + 5 \cdot 12 + 6 \cdot 50)P, \text{ donc } P = 66150 / 375 = 176.4 \text{ b}$$

Gonflage de la troisieme série de 6 bloc de 12l à 30 b sur les tampons, équilibre final

$$6 \cdot 12 \cdot 30 + 6 \cdot 50 \cdot 176.4 = (6 \cdot 12 + 6 \cdot 50) \cdot P \text{ donc } P = 55080 / 372 = 148 \text{ b}$$

Il faut encore $6 \cdot 12 \cdot 52 + 5 \cdot 12 \cdot 23.6 + 15 \cdot 23.6 = 5514 \text{ l}$ pour arriver à 200 b par gonflage direct sur compresseur.

En 30 minutes, cela fait un débit de $5.514 / 0.5 = 11 \text{ m}^3/\text{h}$ ou $183 \text{ l}/\text{mn}$

Le choix pertinent en rapport au marché est de $12 \text{ m}^3/\text{h}$ (type Bauer mini-Verticus 3), pour avoir un matériel standard avec un peu de marge sur le gonflage.

- f. (1 point) Combien de temps le compresseur devra-t-il tourner pour remettre les tampons à leur valeur initiale pour préparer la plongée de l'après-midi.

Les tampons ont fini le gonflage avec 148 b de pression finale. Il faut les remonter à 250, soit 102 bars et $6 \cdot 50 \cdot 102 = 30600 \text{ l}$. Avec un compresseur de $12 \text{ m}^3/\text{h}$, soit $200 \text{ l}/\text{mn}$, il tournera 153 mn soit 2h33mn.

- g. (2 points) Pour réaliser cette installation avec des bouteilles tampons de 50 L à une pression de service de 250 b quelle est la contrainte réglementaire. Cette contrainte serait-elle différente si la pression de service des bouteilles tampons retenues était de 200 b, si la pression de service des bouteilles tampons retenues était de 350 b.

Règlementation générale : arrêté du 15 mars 2000 (concerne les équipements sous pression et accessoires sous pression et de sécurité)

Installation fixe : concerne les bouteilles tampons.

- a. Déclaration d'installation
- b. Inspection périodique tous les 40 mois, requalification tous les dix ans
- c. Test régulier des soupapes de sécurité (arrêté du 4/12/1998)

- d. Exigence d'un cahier d'entretien (arrêté du 13/12/1999), de consignes pour le chargement (arrêté du 15/03/2000)
- e. Personnel formé (contenu de formation, noms, dates..), liste affichée du personnel habilité à utiliser la station de gonflage
- f. Documents nécessaires au contrôle (l'état descriptif, les certificats de visites ou d'essai hydraulique, les procès verbaux d'épreuve, les certificats d'inspections périodiques, ou les procès verbaux de requalifications périodiques)
- g. Les modifications aux installations fixes doivent être effectuées par un technicien qualifié.

Les contraintes réglementaires sont les mêmes à 200 , 250 ou 350 b

- h. (1 point) Votre président vous suggère d'optimiser la station en utilisant des tampons à 350 b au lieu de ceux initialement prévus à 250 b. Donnez les arguments qui démontrent que cette solution, en apparence séduisante, présente quelques inconvénients.

Au delà de 180-200 bars, la loi $PV = Cte$ n'est plus exacte et l'augmentation de la pression de gonflage génère un volume de gaz inférieur à celui calculé par la loi $PV=Cte$, ce qui limite fortement l'efficacité du gonflage. (l'air ne se comporte plus comme un gaz parfait théorique) . (il n'est pas attendu des candidats de courbes ou de calculs).

Au niveau du compresseur, il faut un étage de plus, fonctionnant à haute température, l'échauffement et les pertes de charges sont très importantes, les pièces mécaniques sont plus sollicitées, augmentant l'usure du compresseur et les besoins de maintenance.

6- Organisation d'un stage de plongée. (6 points)

Responsable technique d'un club de l'intérieur, vous devez organiser un stage de préparation au niveau III pour 4 plongeurs pendant un week end de 3 jours.

- d. Exposez vos objectifs de formation.
- e. Donnez le programme de travail de chacune des 6 plongées.
- f. Comment comptez-vous aborder la formation à l'autonomie de vos 4 plongeurs ?

a. (2 points)

Général : Le plongeur autonome niveau III doit posséder les compétences qui lui permettent d'évoluer de manière autonome (cf normes de sécurité) dans l'espace lointain.

- Autonomie dans l'espace lointain, maîtrise de son évolution et de son environnement
- Capacité d'intervention et de réaction dans l'espace lointain
- Autonomie dans l'organisation de la plongée, en l'absence de DP
-

b. (2 points)

La proposition doit intégrer des éléments de validation des acquis, des éléments d'organisation et de sécurité , et des éléments de progression pédagogique sur les axes de travail du N3.

Elle doit tenir compte de l'adaptation des plongeurs de l'intérieur à la mer en espace lointain et permettre la progression vers l'autonomie. La courte durée du stage n'a pas pour objectif l'acquisition et la maîtrise de toutes les compétences, mais la progression vers l'autonomie et en fin de stage l'évaluation des acquis.

c. (2 points)

- Vérification des acquis du N2 (autonomie espace médian avec DP)
- Rappel d'organisation, de planification et de déroulement de plongée en espace lointain

- Mise en situation progressive d'organisation (rotation des rôles sur 4 plongées)
- Mise en situation progressive de l'autonomie en plongée (réactions, orientation, planification, décompression) avec cas d'étude d'incidents en groupe.