

QUESTION N° 1 : (5 points)

Un plongeur archéologue désire remonter une statue de marbre de 252 kg. Celle-ci repose sur un fond caillouteux à 35m. Il dispose pour cela :

- d'un bloc supplémentaire de 6 L gonflé à 180 bars
 - d'un parachute de relevage de 200 L. La masse de celui-ci est de 4 kg avec une masse volumique de 2 kg/dm^3 .
(Masse volumique du marbre = 2.8 kg / dm^3 ; Densité de l'eau : 1)
- a) Calculer le volume de la statue.
 - b) Calculer le volume d'air nécessaire au fond pour que l'ensemble décolle
 - c) Calculer la pression restante dans le bloc
 - d) Au lieu de ne prendre qu'un seul parachute de 200 litres, vous recommandez à ce plongeur d'en prendre plusieurs. Dans la gamme de parachute, vous avez le choix entre 20, 50, 100 et 200 litres. Que choisirez-vous et pourquoi ?

QUESTION N° 2 : (5 points)

Vous voulez gonfler 5 blocs de 12 litres. Les pressions résiduelles sont de 30 bars pour 3 d'entre elles et 70 bars pour les deux autres. Leur pression de service est de 230 bars.

Vous disposez de 2 tampons de 50 litres, l'un gonflé à 300 bars et l'autre seulement à 250 bars.

(Toutes les pressions sont lues au manomètre)

- a) En gonflant les 5 blocs en même temps, quelle pression atteindrez-vous dans les blocs à la fin du gonflage ?
- b) En utilisant les tampons l'un après l'autre ?
- c) En utilisant les tampons simultanément ?
- d) Quelle méthode préconisez-vous pour maximiser le gonflage et pourquoi ?

QUESTION N°3 : (2 points)

Un plongeur correctement équilibré en eau douce a un volume total de 80 dm^3 . Il va plonger avec vous en mer ($d=1.03$). Il vous interroge sur le lestage à adopter.

Son volume sera toujours de 80 dm^3 auquel s'ajoutera le volume du lestage supplémentaire ($d=11.4$).

Combien de kilo supplémentaire lui recommandez-vous de prendre ?

QUESTION N°4 : (4 points)

Vous voulez effectuer une plongée avec un mélange Nitrox 40/60 à 25 m.

- a) Quelle sera la PpN2 à cette profondeur ?
- b) Quelle sera la profondeur équivalente à l'air ? (On prendra 20/80 pour l'air).

QUESTION N° 5 : (4 points)

Vous plongez à l'air (20/80) pendant 20 min à 35 m de profondeur.

- a) Quelle sera la tension d'azote dans les compartiments de période 10 et 20 minutes ?
- b) Quelle sera le compartiment directeur ? Pouvez-vous rejoindre directement la surface ?
Si non, donnez la profondeur plafond et la profondeur du premier palier ?
(C10 min : $Sc = 2.38$; C 20 min : $Sc = 2.04$)

REFERENTIEL DE CORRECTION

QUESTION N° 1 : (5 points)

Un plongeur archéologue désire remonter une statue de marbre de 252 kg. Celle-ci repose sur un fond caillouteux à 35m. Il dispose pour cela :

- d'un bloc supplémentaire de 6 L gonflé à 180 bars
- d'un parachute de relevage de 200 L. La masse de celui-ci est de 4 kg avec une masse volumique de 2 kg/dm³. (Masse volumique du marbre = 2.8 kg / dm³ ; Densité de l'eau : 1)

a) Calculer le volume de la statue.

- $m = 252 \text{ kg}$, masse volumique (densité) = 2.8 kg / dm³
- $V = m/d \rightarrow 252/2,8 = 90 \text{ dm}^3$

b) Calculer le volume d'air nécessaire au fond pour que l'ensemble décolle

- Volume du parachute vide : $m = 4 \text{ kg}$, $d = 2 \text{ kg/m}^3 \rightarrow V = 2 \text{ dm}^3$
- Poids de l'ensemble statue + parachute = 252 + 4 = 256 kg
- Volume déplacé par l'ensemble = 90 + 2 = 92 dm³
- Poids Apparent = Poids Réel - Poussée d'Archimède = 256 - 92 = 164 kg
- Volume Air pour Décollage de l'ensemble : 164 litres

c) Calculer la pression restante dans le bloc

- Volume Air Nécessaire = Volume fond x Pabs = 164 x 4,5 = 738 litres à un bars
- Volume Air Initial = Volume Bloc x Pression Bloc = 6 x 180 = 1080 litres
- Volume Air Final = Volume Air Initial - Volume Air Nécessaire = 1080 - 738 = 342 litres
- Pression Restante Bloc δ Volume Air Final / Volume Bloc = 342 / 6 = 57 bars.

d) Au lieu de ne prendre qu'un seul parachute de 200 litres, vous recommandez à ce plongeur d'en prendre plusieurs. Dans la gamme de parachute, vous avez le choix entre 20, 50, 100 et 200 litres. Que choisissez-vous et pourquoi ?

Afin d'éviter une remontée rapide de la charge due à la détente de l'air dans le parachute (poussée équivalente de 36 kg), un choix préférable, serait d'en utiliser trois : 20,50 et 100 L. ce qui donnerait une poussée extra de 6 kg maxi dans ce cas.

QUESTION N° 2 : (5 points)

Vous voulez gonfler 5 blocs de 12 litres. Les pressions résiduelles sont de 30 bars pour 3 d'entre elles et 70 bars pour les deux autres. Leur pression de service est de 230 bars.

Vous disposez de 2 tampons de 50 litres, l'un gonflé à 300 bars et l'autre seulement à 250 bars. (Toutes les pressions sont lues au manomètre)

a) En gonflant les 5 blocs en même temps, quelle pression atteindrez-vous dans les blocs à la fin du gonflage :

- Avec le premier tampon à 250b $\delta (3 \times 12 \times 30 + 2 \times 12 \times 70 + 50 \times 250) / (5 \times 12 + 50) = 138,73 \text{ bars}$
- Avec le second tampon $\delta (5 \times 12 \times 138,73 + 50 \times 300) / (5 \times 12 + 50) = 212,03 \text{ bars}$

b) En utilisant les tampons l'un après l'autre ?

- Avec le premier tampon à 300b $\delta (3 \times 12 \times 30 + 2 \times 12 \times 70 + 50 \times 300) / (5 \times 12 + 50) = 161,45 \text{ bars}$
- Avec le second tampon $(5 \times 12 \times 138,73 + 50 \times 250) / (5 \times 12 + 50) = 201,70 \text{ bars}$

c) En utilisant les tampons simultanément ?

$$(3 \times 12 \times 30 + 2 \times 12 \times 70 + 50 \times 250 + 50 \times 300) / (5 \times 12 + 2 \times 50) = 189.12 \text{ bars}$$

d) Quelle méthode préconisez-vous pour maximiser le gonflage et pourquoi ?

Gonflage successif en prenant le tampon avec la plus faible pression en premier.

QUESTION N°3 : (2 points)

Un plongeur correctement équilibré en eau douce a un volume total de 80 dm^3 . Il va plonger avec vous en mer ($d=1.03$). Il vous interroge sur le lestage à adopter.

Son volume sera toujours de 80 dm^3 auquel s'ajoutera le volume du lestage supplémentaire ($d=11.4$).

Combien de kilo supplémentaire lui recommandez-vous de prendre ?

- *Considérons V_{lestage} , le volume de ce nouveau lestage et P_{lestage} son poids.*
- *S'il veut être à nouveau équilibré, nous aurons dont un poids apparent nul c'est à dire*
- *Poussée d'Archimède - Poids réel = 0*
- *Soit $(80 \text{ dm}^3 + V_{\text{lestage}}) \times 1.03 - (80 \text{ kg} + P_{\text{lestage}}) = 0$*
- *Soit $(80 \text{ dm}^3 + V_{\text{lestage}}) \times 1.03 - (80 \text{ kg} + V_{\text{lestage}} \times 11.4) = 0$*
- *$V_{\text{lestage}} = 80 \times (1 - 1.03) / (1 - 11.4) = 0.231 \text{ dm}^3$*
- *$P_{\text{lestage}} = 0.231 \times 11.4 = 2.6 \text{ kg}$*

QUESTION N°4 (4 points)

Vous voulez effectuer une plongée avec un mélange Nitrox 40/60 à 25 m.

a) Quelle sera la PpN2 à cette profondeur ?

$$\text{A } 25\text{m}, P_{\text{abs}} = 3.5 \text{ bars} ; P_{\text{pN}_2} = 3.5 \times 0.6 = 2.1 \text{ bars}$$

b) Quelle sera la profondeur équivalente à l'air ? (On prendra 20/80 pour l'air).

$$\text{Avec le mélange } 20\% \text{O}_2 \text{ et } 80\% \text{N}_2 \text{ on a } P_{\text{abs}} = P_{\text{p}} / \% \text{ gaz soit } 2.1 / 0.8 = 2.625 \text{ bars} \Rightarrow 16.25 \text{ m}$$

QUESTION N° 5 : (4 points)

Vous plongez à l'air (20/80) pendant 20 min à 35 m de profondeur.

a) Quelle sera la tension d'azote dans les compartiments de période 10 et 20 minutes ?

- *La tension d'azote : $T_{\text{N}_2} \text{ finale} = T_{\text{N}_2} \text{ initiale} + (\text{gradient} \times \% \text{saturation})$*
- *Pour C10 : $T_{\text{N}_2} = 0.8 + (4.5 \times 0.8 - 0.8) \times 0.75 = 2.9 \text{ bars}$*
- *Pour C20 : $T_{\text{N}_2} = 0.8 + (4.5 \times 0.8 - 0.8) \times 0.5 = 2.20 \text{ bars}$*

b) Quelle sera le compartiment directeur ? Pouvez-vous rejoindre directement la surface ?

Si non, donnez la profondeur plafond et la profondeur du premier palier ?

(C10 min : $S_c = 2.38$; C 20 min : $S_c = 2.04$)

Les pressions absolues minimales auxquelles les compartiments peuvent être décompressés sont :

- *$P_{\text{abs}} \geq T_{\text{N}_2} / S_c$*
- *C10 $2.9 / 2.38 = 1.22 \text{ bars}$*
- *C20 $2.20 / 2.04 = 1.08 \text{ bars}$*

Le compartiment de période 10 min est directeur avec une prof. plafond de 2.2m soit un premier palier à 3m