

QUESTION 1 (5 points)

On veut remonter un bateau coulé sur un fond de 20 m. Son poids réel est de 3,1 tonnes, son volume est de 600 litres. Densité de l'eau : 1.

- Quel est le poids apparent de l'épave ?
- L'équipe de relevage dispose de deux parachutes de 1500 litres chacun (de poids négligeable) pour remonter l'épave. Ces parachutes sont fixés par des bouts sur la coque et se trouvent à la profondeur de 20 m. Sachant que l'air disponible pour le gonflage du parachute est stocké dans 2 blocs de 15 l gonflés à 213 bars, pourra-t-on remonter l'épave ?
- Les bouts de fixation peuvent être rallongés. De combien doit être au minimum la rallonge du cordage et à quelle profondeur doivent se trouver les parachutes pour réaliser l'opération prévue ?

QUESTION 2 (5 points)

Dans votre rôle de titulaire du RIFAP, vous êtes chargés de vérifier l'équipement de sécurité. La bouteille d'oxygène a un volume de 5 litres et est gonflée à 200 bars. Vos plongeurs se rendent régulièrement sur un site situé à 2 heures de navigation.

- En cas d'accident, quel est le débit d'O₂ à administrer ?
- Quelle autonomie avez-vous avec l'équipement existant ?
- Que préconisez-vous ?
- Quelle serait la quantité d'O₂ nécessaire pour pouvoir prendre en charge 2 plongeurs ?

QUESTION 3 (7 points)

Un plongeur effectue une plongée à 40 mètres. Après 20 minutes à cette profondeur, il effectue une remontée rapide. En basant votre raisonnement sur le compartiment 10' ($Sc = 2.38$) de la table MN 90 : (On considère que l'air est composé de 20% de O₂ et de 80% de N₂).

- Quelle est la tension d'azote dans ce compartiment au moment de la remontée rapide
- Il redescend à mi-profondeur dans un délai le plus bref possible, en négligeant le temps de remontée et de redescente. Calculer la valeur du coefficient de sursaturation du compartiment 10'. Est-elle critique ?
- Au bout de 30 minutes, il entame sa remontée depuis la mi- profondeur. Quelle est alors la valeur de la tension dans le compartiment 10' ?
- Quel palier est alors imposé par le compartiment 10' lors de la remontée vers la surface ?

QUESTION 4 (3 points)

Un bloc de 15 litres gonflé à 210 bars a une température de 40 °C.
Quelle sera sa pression une fois dans l'eau à 17 °C ?

REFERENTIEL DE CORRECTION

QUESTION 1 (5 points)

On veut remonter un bateau coulé sur un fond de 20 m. Son poids réel est de 3,1 tonnes, son volume est de 600 litres. Densité de l'eau : 1.

a) Quel est le poids apparent de l'épave ?

- $P_{app} \text{ épave} = P_{réel} \text{ épave} - P_{Arch} \text{ épave} = P_{réel} \text{ épave} - \text{Volume épave} \times \text{densité eau}$
- Donc $P_{app} \text{ épave} = 3100 - 600 \times 1 = 2500 \text{ kg}$

b) L'équipe de relevage dispose de deux parachutes de 1500 litres chacun (de poids négligeable) pour remonter l'épave. Ces parachutes sont fixés par des bouts sur la coque et se trouvent à la profondeur de 20 m. Sachant que l'air disponible pour le gonflage du parachute est stocké dans 2 blocs de 15 l gonflés à 213 bars, Pourra-t-on remonter l'épave ?

- Pour remonter l'épave, il faut que $P_{app} \text{ épave}$ soit > 0
- Il faut donc injecter 2500 litres d'air à 20 m (3 bars) dans les parachutes
- En air détendu à la surface (1 bar), cela correspond à $2500 \times 3 = 7500$ litres
- Les blocs contiennent $2 \times 15 \times 213 = 6390$ litres, ce qui est insuffisant

c) Les bouts de fixation peuvent être rallongés. De combien doit être au minimum la rallonge du cordage et à quelle profondeur doivent se trouver les parachutes pour réaliser l'opération prévue ?

- En utilisant la loi de Mariotte, on calcule la profondeur à laquelle il y aura 2500 litres d'air dans les parachutes en vidant les blocs, de façon à annuler le poids apparent de l'ensemble (parachute + épave)
- Soit $P_{atm} \times 6390 = P_{équilibre} \times 2500 \rightarrow P = (1 \times 6390) / 2500 = 2,56$ bars, donc profondeur = 15,6 m.
- La longueur du bout doit être au minimum de $20 - 15,6 \text{ m} = 4,4$ mètres

QUESTION 2 (5 pts)

Dans votre rôle de titulaire du RIFAP, vous êtes chargés de vérifier l'équipement de sécurité. La bouteille d'oxygène a un volume de 5 litres et est gonflée à 200 bars. Vos plongeurs se rendent régulièrement sur un site situé à 2 heures de navigation.

a) En cas d'accident, quel est le débit d'O₂ à administrer ? : 15l/min

b) Quelle autonomie avez-vous avec l'équipement existant ? :

- Volume dans la bouteille = $200 \times 5 = 1000$ litres
- Donc autonomie = $1000 / 15 = 66,67$ minutes soit environ 1h06

- c) Que préconisez-vous ? : *emmener plusieurs bouteilles ou aller sur un site plus proche.*
- d) Quelle serait la quantité d'O₂ nécessaire pour pouvoir prendre en charge 2 plongeurs ?
- *Il faut avoir suffisamment d'O₂ pour ventiler à 2x15 l/min pendant 2 h*
 - *Donc 2x15x120 = 3 600 l donc 4 bouteilles de 5 l à 200 bars (ce qui donne une marge de sécurité)*

QUESTION 3 (7 pts)

Un plongeur effectue une plongée à 40 mètres. Après 20 minutes à cette profondeur, il effectue une remontée rapide. En basant votre raisonnement sur le compartiment 10' (Sc= 2.38) de la table MN 90 : (On considère que l'air est composé de 20% de O₂ et de 80% de N₂).

- a) Quelle est la tension d'azote dans ce compartiment au moment de la remontée rapide
- *TN₂ = T_o + (T_f - T_o) x X avec X = 0,75 pour 2 périodes*
 - *Soit TN₂ = 0,8 + (5x0,8 - 0,8)x0,75 = 3,2 bars*
- b) Il redescend à mi- profondeur dans un délai le plus bref possible, en négligeant le temps de remontée et de redescente. Calculer la valeur du coefficient de sursaturation du compartiment 10'. Est-elle critique ?
- *Sc = TN₂ / P_{abs} = 3,2 / 3 = 1,07 or Sc 10' = 2,38 donc la valeur n'est pas critique.*
- c) Au bout de 30 minutes, il entame sa remontée depuis la mi-profondeur. Quelle est alors la valeur de la tension dans le compartiment 10' ?
- *Au bout de 3 périodes : X = 0,875*
 - *T_o = 3,2 bars*
 - *Soit TN₂ = 3,2 + (3x0,8 - 3,2)x0,875 = 2,5 bars (on remonte de la mi profondeur donc P = 3 bars)*
- d) Quel palier est alors imposé par le compartiment 10' lors de la remontée vers la surface ?
- *Sc = TN₂ / P_{abs} → P_{abs} = TN₂ / Sc = 2,5 / 2,38 = 1,05 bar*
 - *profondeur plafond = 0,5 m soit un palier à 3 mètres*

QUESTION 4 (3 pts)

Un bloc de 15 litres gonflé à 210 bars à une température de 40 °C. Quelle sera sa pression une fois dans l'eau à 17 °C ?

- *Loi de Charles P₁/T₁ = P₂/T₂ → P₂ = P₁xT₂/T₁*
- *Il faut convertir les T° en Kelvin :*
- *T₁ = 273 + 40 = 313 K*
- *T₂ = 273 + 17 = 290 K*
- *Donc P₂ = 210x290/313 = 194,6 bars*