

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### I. Question (4 points)

On considère une plongée avec un Nitrox 40% oxygène et 60% azote.

- 1) Quelle est la profondeur à ne pas dépasser avec ce mélange ? (2 points)

$$PPO_2 = (\%O_2 / 100) \times P_{abs}, \text{ donc } P_{abs} = (100 \times 1,6) / 40 = 4b \text{ soit } 30m$$

- 2) Quel est le pourcentage d'oxygène dans un Nitrox permettant une profondeur maximale de 40m ? (2 points)

$$\%O_2 = (PPO_2 \times 100) / P_{abs}, \text{ donc } \%O_2 = (1,6 \times 100) / 5 = 32\%$$

---

### II. Question (4 points)

- 1) Si l'on considère que la  $PpO_2$  max. admissible pour ne pas avoir d'accident hyperoxique est de 1.6b, quelle est la profondeur limite d'utilisation d'un mélange 60% N<sub>2</sub>, 40% O<sub>2</sub> ? (2 points)

$$P_{abs} \times \%O_2 = PpO_2 \text{ max.} \Rightarrow P_{abs} = 1.6/0.4 = 4b \Rightarrow \text{Prof max.} = 30 \text{ m}$$

- 2) Avec la même  $PpO_2$  max, quel Nitrox sera optimal à 25 m ? (2 points)

$$P_{abs} \text{ à } 25 \text{ m} = 3,5 \text{ b}$$

$$PpO_2 = P_{abs} \times \%O_2 \text{ donc } \%O_2 = PpO_2/P_{abs} = 1,6/3,5$$

$$= 0,457 \text{ soit environ } 45\% \text{ (arrondi dans le sens de la sécurité)}$$

Le meilleur Nitrox sera donc le 45/55.

---

### III. Question (4 points)

- 1) Si vous utilisez un mélange 40%O<sub>2</sub>, 60% N<sub>2</sub>, quelle sera la  $PpN_2$  à 30 m ? (1 point)

$$\text{à } 30 \text{ m}, P_{abs} = 4b \Rightarrow PpN_2 = 4 \times 0.6 = 2,4 \text{ b}$$

- 2) A quelle profondeur auriez-vous la même  $PpN_2$  avec un mélange 20% O<sub>2</sub>, 80 %N<sub>2</sub> ? (1 point)

$$2,4 / 0.8 = 3 \text{ b} \Rightarrow 20 \text{ m}$$

- 3) Pouvez-vous aller au-delà de 30 m, avec ce premier mélange à 40/60 ? (2 points)

$$\text{Non à cause de la } PpO_2, \text{ qui ne doit pas dépasser } 1,6 \text{ bar. à } 30m, PpO_2 = 4 \times 0.4 = 1,6 \text{ b}$$

---

### IV. Question (4 points)

- 1) Peut-on plonger à 40 mètres avec un mélange composée de 40% d'oxygène et 60% d'azote, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? Justifier votre réponse (2 points)

$$PpO_2 = 5 \times 0,4 = 2 \text{ bar } PpO_2 > 1,6 \text{ bars donc hyperoxie}$$

Réponse : NON

- 2) Quelle profondeur équivalente devront-ils prendre pour utiliser les tables MN90 ? (2 points)

$$PpO_2 = 3,8 \times 0,4 = 1,52 \text{ bar} < 1,6$$

$$\text{bar : OK } PpN_2 = 3,8 \times 0,6 = 2,28$$

bar

$$\text{équivalent plongée à l'air} = 2,28 / 0,8 = 2,85 \text{ bar soit } 18,50 \text{ m}$$

---

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### V. Question (4 points)

- 1) **Calculer la composition du mélange ternaire (TRIMIX) pour plonger à une profondeur de 120 m en utilisant le moins d'hélium possible puisque ce gaz est cher. Sachant de plus, que la Pression partielle (Pp) max de l'O<sub>2</sub> est de 1,6 bar et celle de l'azote est de 5,6 bar ? On arrondira les pourcentages à l'entier le plus proche. (3 points)**  
Pabs (120 m) = 13 bar

$$PpO_2 = Pabs \times XO_2 \% \text{ d'où } XO_2\% = PpO_2 \text{ max} / Pabs = 1,6 / 13 = 0,123 \text{ soit } 12\% \text{ d'O}_2,$$

$$PpN_2 = Pabs \times XN_2 \text{ d'où } XN_2\% = PpN_2 \text{ max} / Pabs = 5,6 / 13 = 0,430 \text{ soit } 43\% \text{ d'N}_2,$$

Le complément est assuré par l'Hélium :  $100 - (12 + 43) = 45\%$  d'hélium. Mélange 12/45/43

- 2) **Sachant que la limite hypoxique est à 0,16 b. Quelles sont les contraintes d'utilisation de ce trimix ? (1 point)**

L'appauvrissement en oxygène impose des limites d'utilisation :  $PpO_2 \text{ min} > 0,16 \text{ b}$

$Pabs > 0,16 / 0,12 = 1,33$  cette limite est atteinte à 3,30 m de profondeur.

Il n'est donc pas possible de respirer ce mélange en surface. Il faudra donc utiliser un autre gaz lors des premiers mètres de la descente. De même, à la remontée le mélange ne permet pas de réaliser le dernier palier à 3 m..

---

### VI. Question (4 points)

**Le Trimix (mélange d'oxygène, d'azote et d'hélium) est de plus en plus utilisé aujourd'hui.**

- 1) **Calculer la composition du mélange ternaire pour plonger à une profondeur de 80 m en utilisant le moins d'hélium possible puisque ce gaz est cher. Sachant de plus, que la limite de toxicité de l'O<sub>2</sub> est de 1,6 bar et celle de l'azote est de 5.6 bar ? On arrondira les pourcentages à l'entier le plus proche. (3 points)**

$$Pabs (80 m) = 9 \text{ bar}$$

$$PpO_2 = Pabs \times XO_2 \% \text{ d'où } XO_2\% = PpO_2 \text{ max} / Pabs = 1,6 / 9 = 0,178 \text{ soit } 18\% \text{ d'O}_2$$

$$PpN_2 = Pabs \times XN_2 \text{ d'où } XN_2\% = PpN_2 \text{ max} / Pabs = 5,6 / 9 = 0,622 \text{ soit } 62\% \text{ d'N}_2$$

Le complément est assuré par l'Hélium :  $100 - (18 + 62) = 20\%$  d'hélium

- 2) **Sachant que la pression partielle d'oxygène ne peut être inférieure à 0,16 b. Pourra-t-on respirer ce mélange en surface ? (1 point)**

Contrainte d'utilisation :

L'appauvrissement en oxygène impose des limites d'utilisation :  $PpO_2 \text{ min} > 0,16 \text{ b}$

$$Pabs > 0,16 / 0,18 = 0,89 \text{ b}$$

Cette limite est inférieure à 1 bar (pression atmosphérique). Il est donc possible de respirer ce mélange en surface.

---

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### VII. Question (4 points)

- 1) Quelles sont les proportions du mélange O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> qui permettront d'admettre 20 m en "profondeur équivalente narcotique" lors d'une plongée à 30 m ? (2 points)

On aura:  $P_{pN_2}$  (à 30 m avec le mélange) =  $P_{pN_2}$  (à 20m à l'air)

d'où  $4 \times \%N_2 = 3 \times 0,8$  soit  $\%N_2 = 2,4 / 4 = 0,6$

40 % d'oxygène et 60 % d'azote.

- 2) Quel est le facteur principal qui, en termes de toxicité des gaz, limitera la profondeur avec un tel mélange ? (1 point)

Au delà du seuil de 1,6 bar de pression partielle l'oxygène devient toxique, on parlera du risque d'accident hyperoxique.

- 3) Quelle est alors la valeur limite de la profondeur accessible ? (1 point)

$P_{pO_2} = P_{abs} \times \%O_2$  soit  $P_{abs} = P_{pO_2} / \%O_2 = 1,6 / 0,40 = 4$  bars.

La valeur limite de la profondeur accessible avec un tel mélange est de 30 m.

---

### VIII. Question (4 points)

- 1) Quelle est la pression partielle de l'oxygène (notée  $P_{pO_2}$ ) de l'air, respiré à 35 m de profondeur ? (1,5 point)

Profondeur de 35 mètres soit  $P_{abs} = 4,5$  bar

$P_{pO_2} = P_{abs} \times \%O_2 = 4,5 \times 0,20 = 0,9$  bar

A 35 m la Pression partielle d'oxygène est de  $P_{pO_2} = 0,9$  bar

- 2) A quelle profondeur l'azote de l'air respiré est-il à une pression partielle (notée  $P_{pN_2}$ ) de 5,6 bar ? (1,5 point)

$P_{pN_2} = P_{abs} \times \%N_2$  ; Soit  $P_{abs} = P_{pN_2} / 0,8 = 5,6 / 0,8 = 7$  bars soit une profondeur de 60m.

- 3) En considérant 21% d'O<sub>2</sub> dans l'air, sachant que la  $P_{pO_2}$  maximale admissible est de 1,6 b, quelle est la profondeur limite théorique de la plongée à l'air ? (1 point)

$P_{pO_2} = P_{abs} \times \%O_2$

$P_{abs} = P_{pO_2} / \%O_2 = 1,6 / 0,21 = 7,6$  bars soit 66 mètres

---

### IX. Question (4 points)

- 1) On considère un mélange gazeux à 25 % O<sub>2</sub> et 75 % N<sub>2</sub>. Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère l'O<sub>2</sub> toxique pour  $P_{pO_2} > 1,6$  bar ? (2 points)

$P_{pO_2} = P_{abs} \times \%O_2$  soit  $P_{abs} = P_{pO_2} / \%O_2$

$P_{abs} = 1,6 / 0,25 = 6,4$  bars soit une profondeur maximum de 54 mètres

- 2) Quel est le pourcentage oxygène dans un mélange O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, dont la profondeur maximale d'utilisation est 40 mètres ? (2 points)

$\%O_2 = P_{pO_2} / P_{abs}$  soit  $\%O_2 = 1,6 / 5 = 0,32$  soit 32 % d'oxygène. Mélange 32/64

---

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### X. Question (4 points)

- 1) Déterminer la limite d'utilisation d'une bouteille de Nitrox (40 % O<sub>2</sub>, 60 % N<sub>2</sub>) sachant que l'oxygène est toxique à partir d'une pression partielle de 1,6 b ? (2 points)

$$PpO_2 = Pabs \times \% O_2 \quad \text{soit} \quad Pabs = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ bars soit } 30 \text{ mètres}$$

- 2) Développer et expliquer. (2 points)

La valeur limite de la profondeur accessible avec un tel mélange est 30 m. L'intérêt de ce mélange est de diminuer la PpN<sub>2</sub> d'exposition et d'améliorer le confort ventilatoire en profondeur.

---

### XI. Question (4 points)

- 1) Quelle est la limite d'utilisation d'une bouteille de Nitrox (40 % O<sub>2</sub>, 60 % N<sub>2</sub>), considérant que l'oxygène est toxique à partir d'une pression partielle de 1,6b ? Développer et expliquer. (2 points)

$$Pabs \text{ max } \times \% = 1,6 \text{ b} \Rightarrow Pabs \text{ Max} = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ b soit } 30 \text{ m}$$

- 2) Le plongeur effectue une plongée à 22 m. Quelle profondeur équivalente doit-il entrer dans la table MN 90 ? (2 points)

$$PEN = 3,2 \times 0,6 = 1,92 \text{ b}$$

Avec de l'air  $Pabs = 1,92 / 0,8 = 2,4 \text{ b}$  soit la profondeur de 14 m

---

### XII. Question (4 points)

On considère un mélange gazeux à 50 % O<sub>2</sub> et 50 % N<sub>2</sub>. (O<sub>2</sub> toxique pour  $PpO_2 \geq 1,6 \text{ bar}$ )?

- 1) Quelle est la profondeur maximale d'utilisation de ce gaz si on considère l'O<sub>2</sub> toxique pour  $PpO_2 > 1,6 \text{ bar}$  ? (2 points)

$$Pp O_2 = Pabs \times \%O_2 \quad \text{soit} \quad Pabs = PpO_2 / \%O_2$$

$$Pabs = 1,6 / 0,5 = 3,2 \text{ bar soit une profondeur maximum de } 22 \text{ mètres.}$$

- 2) Quel est le pourcentage d'oxygène dans un mélange O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>, dont la profondeur maximale d'utilisation est 43 mètres ? (2 points)

$$\%O_2 = pO_2 / abs \text{ soit } \%O_2 = 1,6 / 5,3 = 0,3 \text{ soit } 30 \% \text{ d'oxygène}$$

---

### XIII. Question (4 points)

- 1) Peut-on plonger à 40 mètres avec un mélange composée de 35 % d'oxygène et 65 % d'azote, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? Justifier votre réponse. (2 points)

$$\text{Réponse : NON - } PpO_2 = 5 \times 0,35 = 1,75 \text{ bar } PpO_2 > 1,6 \text{ bar donc hyperoxie}$$

- 2) Les plongeurs désirent aller à une profondeur de 28 mètres avec ce mélange. Quelle profondeur équivalente devront-ils prendre pour utiliser les tables MN 90 ? (2 points)

$$PpO_2 = 3,8 \times 0,35 = 1,33 \text{ bar} < 1,6 \text{ bar} : \text{OK}$$

$$PPN_2 = 3,8 \times 0,65 = 2,47 \text{ bar}$$

$$\text{Équivalent plongée à l'air} = 2,47 / 0,8 = 3,09 \text{ bar soit } 20,09 \text{ m (accepter } 20 \text{ m)}$$

---

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### XIV. Question (4 points)

- 1) Avec un mélange Nitrox 32/68 (32 % d'O<sub>2</sub>), pour une plongée à 28 m, quelle sera la profondeur équivalente pour utiliser les tables MN 90 ?
  - 2) Quelle est la profondeur limite d'utilisation de ce mélange, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ?
- 

### XV. Question (4 points)

- 1) Avec un mélange Nitrox 32/68 (32 % d'O<sub>2</sub>), pour une plongée à 28 m, quelle sera la profondeur équivalente pour utiliser les tables MN 90 ? (2 points)  
Profondeur = 28 m. soit P<sub>abs</sub> = 3,8 b  
Vérification : P<sub>pO<sub>2</sub></sub> = 3,8 x 0,32 = 1,216 bar < 1,6 bar : OK P<sub>pN<sub>2</sub></sub> = 3,8 x 0,68 = 2,584 bar  
Équivalent plongée à l'air = 2,584 / 0,8 = 3,23 bar soit 22,30m.
  - 2) Quelle est la profondeur limite d'utilisation de ce mélange, sachant que la limite de toxicité de l'oxygène est de 1,6 bar ? (2 points)  
P<sub>pO<sub>2</sub></sub> = P<sub>abs</sub> x % O<sub>2</sub>  
soit P<sub>Abs</sub> = P<sub>pO<sub>2</sub></sub> / % O<sub>2</sub> = 1,6 / 0,32 = 5 bar soit 40 m
- 

### XVI. Question (4 points)

**Pouvez-vous plonger à 40 mètres avec un mélange 40/60 ? Expliquez pourquoi.**

Réponse : NON

P<sub>pO<sub>2</sub></sub> < 1,6b (code du sports). A 40m P<sub>abs</sub> = 5b => P<sub>pO<sub>2</sub></sub> = 5 \* 0,4 = 2b (> 1,6b)

---

### XVII. Question (4 points)

**On considère un mélange gazeux NITROX de 40 % d' O<sub>2</sub> et 60% de N<sub>2</sub>.**

- 1) L'oxygène étant toxique à 1,6 bar, donner la profondeur maximale d'utilisation de ce NITROX ? (2 points)  
Profondeur maximale : 1,6 / 0,4 = 4 bars, soit 30 mètres
  - 2) Quel doit être le pourcentage maximal d'oxygène dans un NITROX dont la profondeur maximale d'utilisation sera de 40 mètres ? (2 points)  
Pourcentage en O<sub>2</sub> : 1,6 = 5 x X / 100 ( 1,6 X 100 ) : 5 = 32  
Pourcentage maxi en O<sub>2</sub> de 32 %
-

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### XVIII. Question (4 points)

Un plongeur désire plonger à 35 mètres avec les procédures de décompression valables à 30 mètres à l'air.

**Données : seuil d'hyperoxie donné par le code du sport Composition de l'air : 21% O<sup>2</sup> / 79% N<sup>2</sup>**

**1) Quel mélange Nitrox correspond à cette demande (à 1 % près) ? (2 points)**

Pression partielle de N<sub>2</sub> à 30 mètres à l'air :  $P_p = 0.79 \times 4 \approx 3,16$  b  
Pourcentage de N<sub>2</sub> dans le Nitrox :  $\%N_2 = (3,16 / 4.5) \times 100 \approx 70 \%$   
(ou 71 %) Nitrox 30/70

**2) Celui-ci permet-il de plonger à la profondeur souhaitée en toute sécurité ? (2 points)**

Pression partielle d'O<sub>2</sub> à 35 mètres au Nitrox 30/70 :  $P_p = 0.30 \times 4.5 \approx 1,35$  b  
 $P_p O_2 < 1.6$  b  
Oui, le plongeur peut évoluer à 35 mètres sans risque d'hyperoxie.

---

### XIX. Question (4 points)

Lors d'une sortie sur une épave prévue à 30m, le directeur de plongée (DP) vous demande de l'aider et de répondre à un plongeur N2 souhaitant plonger au nitrox.  
Le seuil de toxicité de l'O<sub>2</sub> est à une PpO<sub>2</sub> de 1,6 bar.

**1) Ce plongeur N2 demande s'il peut prendre un nitrox 40. Justifiez votre réponse (calculs). (2 points)**

Sachant que  $P_{pO_2} = P_{abs} \times \% O_2$ . A 30 m,  $P_{pO_2} = 4 \times 40\% = 1,6$  bar  
Le plongeur peut prendre un nitrox 40 pour effectuer la plongée à 30 m.

**2) En fait, en fonction des coefficients de marée, la proue du bateau peut se trouver à 35m. Votre N2 pourrait-il, en cas de gros coefficients de marée, y aller avec son nitrox 40 ? Que préconisez-vous ? (2 points)**

Par contre il n'a pas de marge (c'est la profondeur maximum autorisée pour un nitrox 40).  
Donc si jamais la plongée peut se faire jusqu'à 35 m selon les coefficients de marée, il faut qu'il prenne un nitrox plus faible en O<sub>2</sub>.

A 35 m,  $P_{abs} = 4.5$  bar -

$\% O_2 = P_{pO_2} / P_{abs}$ , soit  $\% O_2 = 1,6 / 4,5 = 0,3555$  soit 35.5 % d'O<sub>2</sub> max dans le mélange.

---

### XX. Question (4 points) - Toute réponse non justifiée sera comptée fausse.

**1) Une palanquée de plongeurs Nitrox prépare une plongée dont la profondeur maximum sera de 37m. Des blocs gonflés au Nx36 sont disponibles au club. Ces blocs feront-ils l'affaire pour cette plongée ? (2 points)**

On calcule la PpO<sub>2</sub> de ce mélange à 37m à l'aide de la loi de Dalton -  $P_{pO_2} = 4,7 \times 0,36 = 1,692$  bar  
La PpO<sub>2</sub> maximum autorisée étant de 1,6bar, ce mélange n'est pas utilisable pour cette plongée.

**2) Une palanquée de plongeurs Nitrox prépare une plongée dont la profondeur maximum sera de 35m. Elle souhaite utiliser le mélange le mieux adapté, en fixant une PPO<sub>2</sub> maximum de 1,5bar. Quel mélange va-t-elle utiliser ? (2 points)**

On utilise la loi de Dalton :  $1,5 = 4,5 \times \%O_2$  donc  $\%O_2 = 1,5 / 4,5 = 0,33$

Le mélange utilisé sera un Nx33.

*Si le candidat propose une solution mixte utilisant le Nitrox présent sur le bateau, 0/2*

---

## CORRIGE GP PHYSIQUE DALTON

---

### XXI. Question (4 points)

Un plongeur N4 planifie une plongée à 45 m à l'air et décide de faire sa remontée et ses paliers avec un mélange 40/60.

**1) A partir de quelle profondeur peut-il commencer à utiliser un tel mélange ?**

**Pourquoi ? (2 points)**

$$PPO_2 = PA \times \% O_2$$

$$PA = PPO_2 / \% O_2 = 1,6 / 0,4 = 4 \text{ bar, soit } 30 \text{ mètres.}$$

La profondeur limite à ne pas dépasser est de 30 mètres, s'il prenait son mélange en dessous de 30m, il y aurait risque d'hyperoxie.

**2) Quels sont les avantages et les inconvénients des mélanges suroxygénés dans ce type d'utilisation ? (2 points)**

Avantage : le pourcentage d'azote de ce mélange étant moins grand, il permet une meilleure élimination de l'azote. Ce qui permet d'augmenter la sécurité en conservant le même temps de palier qu'à l'air.

Inconvénient : nécessite une formation spécifique, la planification de la plongée doit être plus précise.