

Sujet physique conso

I. Question (4 points)

Vous devez traiter un plongeur victime d'un accident de décompression. Votre bouteille d'O₂ d'un volume de 9 l est gonflée à 180 bars (lu au manomètre).

Vous estimez votre temps de route à 2 h pour arriver au port où attendent les secours.

- 1) Calculer votre autonomie avec cette bouteille si vous administrez l'O₂ au débit nominal recommandé (15 l/mn). Conclusion ? (2 points)**
 - 2) Sur quelle valeur réglerez-vous votre débit si vous désirez ne pas interrompre l'apport d'oxygène à l'accidenté durant le retour ? (2 points)**
-

II. Question (4 points)

Je souhaite plonger pendant 21 minutes sur une épave à 40 mètres. Je dispose d'un bloc de 15 litres pouvant être gonflé à 230 bars maxi. Ma consommation est de 20 litres/minutes. La fin de la ballade au fond est fixée à 80 bars.

Quelle doit alors être la pression minimum de mon bloc pour pouvoir réaliser cette plongée ?

III. Question (4 points)

Un adepte de la plongée souterraine prépare une expédition dans une grotte inondée. Il veut calculer sa consommation durant le séjour souterrain, sachant qu'il consomme 18 l/mn en surface. L'entrée de la grotte est à la même pression atmosphérique que la mer.

Le détail de son trajet est le suivant :

Progression de 10 mn à 20 m de profondeur puis descente dans un puits de 45 m. Il compte y rester 16 mn, puis revenir à son point de départ. On néglige dans tous les cas la consommation durant les changements de profondeur et la durée nécessaire à ce changement.

- 1) Combien de temps durera son immersion avant son arrivée au premier palier à l'entrée du boyau ? (1 point)**
 - 2) De quelle quantité d'air aura-t-il besoin ? On arrondira le volume trouvé à la dizaine inférieure. (2 points)**
 - 3) Quel volume de scaphandre devra-t-il choisir (volume en eau) sachant qu'il sera gonflé à 230 b et qu'il souhaite appliquer la règle du tiers en matière de sécurité de gaz ? (1 point)**
-

Sujet physique conso

IV. Question (4 points)

Vous êtes guide palanquée et vous emmenez un plongeur sur une épave à 40 m. Celui-ci part avec un bloc de 15 l gonflé à 180 b. Vous descendez le long d'un bout pendant 3 mn et au fond vous contrôlez son manomètre qui indique 150 b. Après 12 min au fond (soit 15 mn de plongée), le manomètre du plongeur indique 70 b et logiquement vous entamez votre remontée.

- 1) Calculez la quantité consommée d'air par ce plongeur et sa ventilation pendant la descente (on prendra une profondeur moyenne de 20m). (1point)
On lit 150 b, il a donc consommé 30 b
- 2) Calculez la quantité consommée d'air par ce plongeur et sa ventilation durant le temps au fond. (1point)
- 3) Que pensez-vous de cette différence de ventilation en tant que guide palanquée ? (1point)
- 4) Il doit effectuer deux paliers de 1 mn à 6 m et de 9 mn à 3 m et 4 mn de remontée (prof moyenne de 20m), calculer la pression restante dans le bloc du plongeur, à la fin des paliers. (1point)

V. Question (4 points)

Vous devez traiter un plongeur victime d'un accident de décompression. Votre bouteille d'O₂ d'un volume de 6 l est gonflée à 170 bar (lu mano).

- 1) Quelle est votre autonomie, sachant que le débit est de 15 l / min ? (2 points)
 - 2) Vous estimez votre temps de route à 1 h 25 pour arriver au port où attendent les secours. Sur quelle valeur réglerez-vous votre débit si vous désirez ne pas interrompre l'apport d'oxygène à l'accidenté durant le retour ? (2 points)
 - 3) Cette situation est-elle acceptable ? Développer. (2 points)
-

Sujet physique conso

VI. Question (4 points)

On rappelle qu'en cas de suspicion d'accident nécessitant la mise en œuvre d'une procédure de secours, il est préconisé une administration d'oxygène normobare à un débit de 15 litres/min, sans interruption jusqu'à la prise en charge par les secours.

Le site sur lequel vous avez prévu d'aller plonger est situé à une distance du port estimée à 1h30 de navigation. Votre bateau de plongée est équipé d'un bloc d'O₂ de 6 litres à une pression de 180bar. D'autre part, il est prévu qu'une des palanquées sera équipée de blocs déco de Nitrox 70.

- 1) Quel débit maximum votre bloc d'O₂ permet-il de fournir à un plongeur présentant des symptômes d'ADD ? Cela permet-il d'envisager cette sortie ? Justifiez votre réponse (2 points)
 - 2) Calculez l'autonomie en O₂ en cas de procédure de secours pour ce plongeur. Quelle(s) solution(s) proposez-vous finalement ? (2 points)
-

VII. Question (6 points)

Un plongeur Trimix souhaite conduire sa décompression avec un Nitrox 60/40 (60% O₂ et 40% N₂)

- 1) A partir de quelle profondeur, en respectant le code du sport pour la plongée aux mélanges, pourra-t'il utiliser ce Nitrox lors de sa remontée ? (1 point)
- 2) Ce plongeur a planifié sa décompression avec un logiciel qui lui donne les paliers suivants :

Paliers	Durée (en mn)
15 m	2
12 m	3
9 m	4
6 m	7
3 m	13

La consommation du plongeur est de 20 l/mn en surface. on néglige la consommation de gaz entre les paliers.

De quel volume de gaz détendu, ce plongeur aura-t-il besoin pour mener à bien sa décompression ? (3 points)

- 3) Sachant qu'il veut prendre une marge de sécurité en appliquant la règle du tiers, quel sera le volume en eau du bloc à prévoir (gonflé à 200 b) pour cette décompression (on arrondira le volume de gaz à emporter à la centaine de litres inférieure) ? (2 points)

Le volume à emporter sera de : $946 + (946 / 2) = 1419$ litres soit 1400 litres arrondis.

Le volume du bloc sera donc de $1400 / 200 = 7$ litres

Sujet physique conso

Sujet physique conso

VIII. Question (6 points)

En tant que guide de palanquée, vous plongez avec un niveau 2 sur une épave à 40 mètres. Vous avez un bloc de 15 litres gonflé à 200 bars. Le niveau 2 a un bloc de 12 litres gonflé à 230 bars. Les MP sont considérées négligeables

1) Sachant que vous remonterez lorsque le 1er manomètre indiquera 50 bars, combien de temps pourrez-vous rester sur l'épave ?

Les 2 plongeurs consomment 20 litres/minutes d'air (la consommation de la descente négligeable)

Niveau 4 (1 point)	Niveau 2 (1 point)
Quantité d'air disponible : $(200-50)*15 = 2250$ litres	Quantité d'air disponible : $(230-50)*12 = 2160$ litres
Consommation à 40 mètres : $20*5 = 100$ L/min	Consommation à 40 mètres : $20*5 = 100$ L/min
Temps possible au fond : $2250/100 = 22,5$ min	Temps possible au fond : $2160/100 = 21,6$ min

Ils pourront rester maximum 21,6 minutes sur l'épave. (1 point)

Vous remontez et devez effectuer un palier de 2 minutes à 6 mètres et de 19 minutes à 3 mètres. Vous consommez chacun 70 litres au cours de la remontée jusqu'au 1^{er} palier. (On négligera la conso pendant le transfert palier/palier ainsi que le transfert palier/surf.)

2) Aurez-vous tous les deux assez d'air pour effectuer vos paliers ? (2 points)

Niveau 4	Niveau 2
Quantité d'air restant en partant du fond: $50*15 = 750$ litres	Quantité d'air restant en partant du fond: $50*12 = 600$ litres
Quantité nécessaire pour la remontée et les paliers: $70 + (2*1.6*20) + (19*1.3*20) = 628$ litres	Quantité nécessaire pour la remontée et les paliers: $70 + (2*1.6*20) + (19*1.6*20) = 628$ litres

3) Que pouvez-vous conclure ? (1 point)

Le niveau 4 a assez d'air d'après les calculs. Par contre, le niveau 2 n'aura pas assez d'air pour effectuer ses paliers.

Le niveau 4 aurait du prévoir de ne pas rester aussi longtemps au fond, de prévoir une réserve plus importante.

Sujet physique conso

IX. Question (6 points)

A l'issue d'une plongée à l'air, une équipe de 2 plongeurs souhaite faire ses paliers de 6 m et de 3 m à l'Oxygène pur.

Paliers	Durée des paliers à l'air donné par la table MN90 (en mn)
6 m	6
3 m	12

Ils disposent pour ce faire, d'un narguilé avec 2 embouts dont la moyenne pression en surface est de 8,7 b, et d'un bloc O2 de 9 l gonflé à 100 b qu'ils vont disposer sur pendeur à 3 m de profondeur. (Toutes les pressions sont lues au manomètre).

- 1) Sachant que chacun des plongeurs consomme 18 l/mn en surface, auront-ils assez de gaz pour réaliser leur décompression ?
On néglige la consommation durant les changements de paliers et le retour en surface. (2 points)

La durée des paliers à l'O2 est de 5 mn à 6 m et 12 mn à 3 m.

Pamb à 6 m = 1,6 b

Consommation à 6 m : $1,6 \times 18 \times 2 \times 5 = 288$ litres

Pamb à 3 m = 1,3 b

Consommation à 3 m : $1,3 \times 18 \times 2 \times 12 = 561,6$ litres

Volume d'O2 nécessaire : $288 + 561,6 = 849,6$ litres

La pression « indisponible » dans le bloc déco est de $0,3 + 8,7 = 9$ b

Volume d'O2 disponible pour la déco : $9 \times (100-9) = 819$ litres

Ils n'auront donc pas assez d'O2 pour finir les paliers.

- 2) Ils décident finalement de précéder différemment, et prévoient de réaliser le palier de 6 m à l'air. Quelle sera alors la pression résiduelle dans la bouteille d'O2 à la fin du palier de 3m ? (2 points)

Consommation à 3 m : $1,3 \times 18 \times 2 \times 12 = 561,6$ litres

Il restera alors dans le bloc déco : $(9 \times 100) - 561,6 = 338,4$ litres

Soit une pression de : $338,4 / 9 = 36,5$ b

- 3) Au retour au local de gonflage, ils complètent le bloc déco avec de l'air jusqu'à 200 b. Quel nitrox obtiennent-ils ? On prendra 20 % d'O2 et 80% d'N2. (2 points)

Volume d'air ajouté lors du gonflage : $9 \times (200 - 36,5) = 9 \times 163,5 = 1471,5$ litres

Volume d'O2 ajouté avec l'air : $1471,5 \times 0,2 = 294,3$ litres

Volume d'O2 total dans le bloc à 200 b : $338,4 + 294,3 = 632,7$

Pourcentage d'O2 dans le bloc : $632,7 / (1800) = 0,352$ soit 35,2% (accepter 35 %)

Le nitrox obtenu sera donc un 35/65

Sujet physique conso

X. Question (6 points)

Un plongeur N2 part en palanquée en exploration avec un bloc de 12 litres gonflé à 200 bar (*).
(* Pressions lues manomètre)

1) Au retour de la plongée, il reste 50 bar (*) dans son bloc. Quelle quantité d'air (détendu à la pression atmosphérique), le plongeur a-t-il consommé ? (1 point)

$$(200-50) \times 12 = 1800 \text{ l d'air à 1bar}$$

2) Sachant qu'il est resté 30 minutes à 20 m, quelle est sa consommation par minute à cette profondeur ? (on néglige le temps de la descente et de la remontée) (1 point)

A 20 m la pression absolue est de 3 bar.

La consommation par mn en air détendu est : $1800 / 30 = 60 \text{ l}$

La consommation par minute à 20 mètres est donc de : $60 / 3 = 20 \text{ litres/mn}$

3) Il dispose d'un bloc tampon de 150 litres à 235 bar. Il recharge son bloc à 200 bar (*). Quelle est la pression résiduelle, lue au manomètre, dans la bouteille tampon après la fin de l'opération ? (2 points)

Il manque $12 \times (200 - 50) = 1800$ litres d'air à 1 bar dans le tampon de 150 litres; soit pour le tampon de 150 litres :

$$1800 / 150 = 12 \text{ bars}$$

Il reste donc dans le tampon $235 - 12 = 223 \text{ bar}$

Ou

$$150 \times 235 = 35250 \text{ l}$$

$$35250 - 1800 = 33450 \text{ l}$$

$$33450 : 150 = 223 \text{ bar}$$

Ou

$$P = (51 \times 12 + 150 \times 236 - 201 \times 12) / 150 = 224 \text{ bar soit } 223 \text{ bar (*)}$$

4) Un autre groupe de plongeurs veut utiliser ensuite la même bouteille tampon, pour remplir simultanément 2 blocs de 15 litres vides. Quelle sera la pression maximale qu'ils pourront avoir dans les blocs après équilibrage ? (2 points)

$$(150 \times 224 + 2 \times 15 \times 1) / (150 + 2 \times 15) = 186,8 \text{ bar soit } 185,8 \text{ bar (*)}$$

Sujet physique conso

XI. Question (6 points)

En tant que Guide de palanquée vous serez amené à encadrer des plongeurs Niveau 1 à 20 mètres et des plongeurs niveau 2 à 40 mètres, Nous allons donc comparer l'autonomie entre ces deux zones de profondeurs.

Brice est niveau 1 et il est équipé d'un bloc 12 litres à 200 bars. Il consomme 20 litres d'air par minute en surface.

La plongée se déroule sur un fond de 20 mètres. Vous remonterez quand le manomètre de Brice indiquera 50 bars

- 1) Calculez la quantité d'air disponible en litres et à pression atmosphérique pour Brice sur cette plongée (1 point)

$$200 - 50 = 150 \text{ bar}$$

$$150 \times 12 = 1800 \text{ litres à 1 bar}$$

- 2) Calculez l'autonomie de Brice sur cette plongée (1,5 point)

A 20 m la pression absolue est de 3 bar

$$1800 / 3 = 600 \text{ litres d'air disponible soit } 600/20 = 30 \text{ minutes}$$

Anne est niveau 2 et plonge avec une bouteille 12 litres à 200 bars. il consomme 20 litres d'air par minute en surface.

La plongée se déroule sur un fond de 40 mètres. Vous remonterez quand le manomètre de Anne indiquera 70 bars

- 3) Calculez la quantité d'air disponible en litres et la pression atmosphérique pour Anne sur cette plongée (1 point)

$$200 - 70 = 130 \text{ bars}$$

$$130 \times 12 = 1560 \text{ litres à 1 bar}$$

- 4) Calculez l'autonomie d'Anne sur cette plongée et concluez (1,5 point)

A 40m la pression absolue est de 5 bar

$$1560 / 5 = 312 \text{ litres d'air disponible soit } 312/20 = 15,6 \text{ minutes}$$

- 5) Concluez (1 point)

L'autonomie de Anne est faible, il vaut mieux pour une plongée à 40 mètres utiliser un bloc de 15 litres. Par ailleurs il faudra regarder plus souvent son manomètre lors des plongées à 40 mètres

Sujet physique conso

XII. Question (6 points)

- 1) **Les plongeurs de votre palanquée sont équipés de blocs de 15 litres gonflés en début de plongée à 200 bars. Ils évoluent à une profondeur de 20 mètres. En négligeant les temps de descente et de remontée, c'est à dire en supposant que les plongeurs ont passé toute la plongée à 20 mètres, et sur la base d'une consommation de 20 litres d'air par minute, combien de temps peuvent-ils rester en plongée si il reste 60 bars dans le bloc en fin de plongée ? (2 points)**

Quantité d'air consommée (équivalent à la pression atmosphérique) : $(200 - 60) \times 15 = 2100$ litres
À 20 m la pression est de 3 bar, ils consomment donc $20 \times 3 = 60$ litres par minute
Durée de la plongée à 20 m : $2100 / 60 = 35$ minutes.

- 2) **Comme guide de palanquée, vous allez débiter la remontée alors qu'il reste 60 bars dans le bloc d'un de vos plongeurs. Fatigué et du fait d'un manque d'entraînement, celui-ci déclenche un essoufflement alors que vous êtes encore à 20 mètres de profondeur. Sur la base d'une consommation de 100 litres d'air par minute, combien de temps avez-vous pour réagir avant qu'il ne vide son bloc ? Par simplification des calculs on considérera que la totalité des 60 bars peuvent être consommés et que le plongeur reste à 20 m (2 points)**

On considère que la totalité des 60 bar du bloc peuvent être consommés, il peut donc être consommé $60 \times 15 = 900$ litres d'air (équivalent à la pression atmosphérique).
À 20 m la pression est de 3 bar, le plongeur essoufflé consomme donc $100 \times 3 = 300$ litres par minutes.
Durée maximum de la plongée à 20 m à partir du début d'essoufflement : $900 / 300 = 3$ minutes.

- 3) **Compte tenu des résultats de 1) et 2), quelle doit être votre attitude vis à vis de la gestion de l'air au sein de votre palanquée ? (2points)**

Les résultats de 1) et 2) montrent que s'il est possible de rester un temps certain à 20 mètres en condition normale, la situation est très vite dégradée en cas d'essoufflement. Le guide de palanquée doit être particulièrement vigilant quant à la consommation des plongeurs de sa palanquée, il doit veiller à toujours garder une bonne réserve de sécurité en air (bien appliquer les consignes du DP), privilégier des excursions qui minimisent le risque d'essoufflement (limiter les efforts de palmage notamment et les situations de stress) et surveiller avec beaucoup d'attention la respiration des plongeurs de sa palanquée (bulles d'air rejetées par exemple).

Sujet physique conso

XIII. Question (6 points)

En tant que guide de palanquée, le DP prévoit de vous faire plonger en explo avec 2 N2 sur un fond de 35 m. Vous avez un bloc de 15 litres gonflé à 200 bar. L'un des N2, Erwan a un bloc de 15 litres gonflé à 170 bar. L'autre N2, Gwendoline a un bloc de 12 litres gonflé à 230 bar.

- 1) Vous savez qu'en restant 15 min au fond, vous avez une DTR de 5 min. La plongée est-elle possible, sachant qu'il est imposé de remonter avec 50 bar en surface ? Justifiez votre réponse. (3 points)
(on considère pour chacun une consommation d'air de 20 litres/min durant toute la durée de l'immersion).

Le calcul n'est fait que pour les 2 plongeurs : ils ont tous la même consommation d'air à 20 litres/min, par contre le GP a un bloc de même volume qu'un des 2 plongeurs (Erwan) mais avec plus de pression (200 bar contre 170 bar pour Erwan)

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}}$$

$$\text{A } 35 \text{ m, } P_{\text{fond}} = 4,5 \text{ bar}$$

Pour les 2 plongeurs, on neutralise la réserve à 50 bar.

Erwan : air disponible dans son bloc de 15 litres gonflé à 170 bar

$$15 \times (170 - 50) = 15 \times 120 = 1800 \text{ litres}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 1800 = 4,5 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 1800 / 4,5 = 400 \text{ litres}$$

$$\text{Autonomie : } 400 / 20 = 20 \text{ min}$$

Gwendoline : air disponible dans son bloc de 12 litres gonflé à 230 bar

$$12 \times (230 - 50) = 12 \times 180 = 2160 \text{ litres}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 2160 = 4,5 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 2160 / 4,5 = 480 \text{ l}$$

$$\text{Autonomie : } 480 / 20 = 24 \text{ min}$$

La plongée se base sur la consommation d'Erwan, puisqu'il a moins d'autonomie.

La plongée est possible, sauf incident, Erwan remontera avec sa réserve juste à 50 bar.

- 2) Finalement, le DP limite la profondeur à 30 m, mais vous autorise à rester plonger 25 min, paliers et remontée compris. La plongée est-elle possible ? argumentez votre résultat. (3 points)

calcul par rapport à Erwan.

$$\text{A } 30 \text{ m, } P_{\text{fond}} = 4 \text{ bar}$$

$$P_{\text{surface}} \times V_{\text{surface}} = P_{\text{fond}} \times V_{\text{fond}} \text{ soit } 1 \times 1800 = 4 \times V_{\text{fond}}$$

$$V_{\text{fond}} = 1800 / 4 = 450 \text{ litres}$$

$$\text{Autonomie : } 450 / 20 = 22,5 \text{ min}$$

La plongée est prévue durer 25 min : pas possible si Erwan doit remonter avec 50 bar dans son bloc (il manque 2,5 min).

Par sécurité, en cas d'incident, en tant que GP, je diminue le temps d'immersion pour que chacun revienne avec au moins 50 bar dans son bloc.

Sujet physique conso

XIV. Question (6 points)

Vous plongez à 40 mètres avec un 12l gonflé à 220b. Vous connaissez votre consommation de surface qui est de 18l/mn et vous ne tiendrez pas compte du temps de descente à 40m.

1) Au bout de combien de temps serez-vous à 100b ? (2 points)

Conso à 40m : $5 \times 18 = 90 \text{ l/mn}$

Consommation pour atteindre mi pression :

$$120\text{b} \times 12\text{L} = 1440\text{L} \qquad 1440/90 = 16\text{mn}$$

2) Au bout de combien de temps atteindrez-vous la réserve (50b) ? (2points)

Consommation pour atteindre la réserve : $170 \times 12 = 2040 \text{ L}$

$$2040/90 = 22,66 \text{ mn, soit } 22\text{mn}$$

3) Si vous êtes équipé d'1 15l gonflé à 220b, au bout de combien de temps atteindrez-vous la réserve (50b) ? (2 points)

Consommation pour atteindre la réserve : $170 \times 15 = 2550\text{L}$

$$2550/90 = 28,3 \text{ mn, soit } 28\text{mn}$$