

Epreuve de physique

Durée 45 minutes

Question 1

Quelle différence y a-t-il entre la pression partielle d'azote (PPN2) et la tension d'azote (TN2) ?

PPN2 pression d'azote gazeux varie avec % N2 et PABS

TN2 pression d'azote dissout varie avec facteurs de dissolution

Question 2

Vous constatez que dans des conditions de plongée normales, un plongeur niveau 1 de votre palanquée lors d'une évolution à 20 mètres est passé sur réserve (tarée à 50 bar) au bout de 30 mn alors que son bloc était gonflé à 200 bar. Aujourd'hui, vous constatez que les blocs sont gonflés à 170 bar. Quelle sera l'autonomie de ce plongeur, dans les mêmes conditions de plongée ?

A 200 bar, le plongeur N1 ne dispose que de $200 - 50 = 150$ bar pour 30 mn (soit 5 bar par mn).

A 170 bar, il ne dispose que de $170 - 50 = 120$ bar

Soit une perte de 20% de quantité d'air disponible. Son autonomie sera réduite de 20% également soit une perte de 6 mn. Son autonomie sera de 24 mn.

Question 3

Vous disposez d'une bouteille de 15 litres gonflée à 200 bars. Vous effectuez une plongée de 10 mn à 35 mètres. Sachant que vous consommez 20 litres d'air par minute, quelle est la pression dans la bouteille à votre sortie de plongée ?

Volume d'air à consommer = $15 \times 200 = 3000$ litres

Consommation à 35 mètres = $20 \times 4,5 \times 10 = 900$ litres

Pression restant dans la bouteille = $(3000 - 900) / 15 = 140$ bars

Vous désirez replonger avec cette bouteille à 20 mètres. Votre consommation restant la même, pouvez-vous rester 20 mn à cette profondeur ?

Il reste à consommer 2100 litres auxquels il faut retirer la réserve de 50 bars, soit :

$2100 - (15 \times 50) = 1350$ litres

consommation à 20 mètres = $20 \times 3 = 60$ litres

Temps possible à 20 mètres = $1350 / 60 = 22,5$ mn

Il est donc possible de rester 20 mn à 20 mètres.

Restera-t-il suffisamment d'air pour effectuer un palier de 5 mn à 3 mètres ?

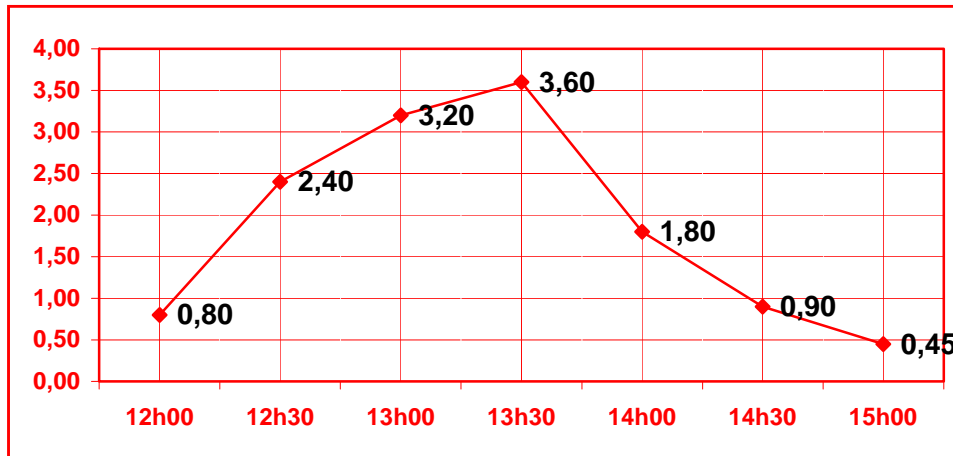
OUI

Consommation pour 20 mn à 20 mètres = $60 \times 20 = 1200$ litres

Pression restant dans la bouteille = 50 bars (réserve) + $(1350 - 1200) / 15 = 60$ bars

Question 4

Un tissu de période 30 minutes est à saturation dans l'air (80% de N₂ et 20% de O₂) à pression atmosphérique au niveau de la mer (1 bar). Ce tissu, qui ne dissout que de l'azote, est placé à 12h00 dans un caisson rempli d'air, sous une pression de 5 bars. A 13h30, on remplace instantanément l'air du caisson par de l'oxygène pur. En vous aidant d'un graphique représentant la courbe de charge/décharge de l'azote dans le tissu, donnez la tension d'azote du tissu de 12h00 à 15h00 par tranche d'une demie heure.



Question 5

Vous disposez d'un ensemble indissociable de cinq tampons de 50 litres gonflé à 297 bars.

Combien pourrez-vous gonfler de bouteilles de 12 litres (vides) à 201 bars ?

Equilibre à 201 bars

Air disponible = $5 \times 50 \times (297 - 201) = 24\ 000$ litres

Mono 12 litres de 1 bar à 201 bars, soit $200 \times 12 = 2\ 400$ litres

Soit 10 blocs de 12 litres à 201 bars

Après cela, combien pourrez-vous gonfler de blocs de 10 litres (vides) à 126 bars ?

Equilibre à 126 bars

Air disponible = $5 \times 50 \times (201 - 126) = 18\ 750$ litres

Mono 10 litres de 1 bar à 126 bars, soit $125 \times 10 = 1\ 250$ litres

Soit 15 blocs de 10 litres à 126 bars

Barème : □1□2□1□1□2□2□4□4□3

Epreuve de tables

Durée 45 minutes

Problème 1

Vous plongez sur « Le grec », épave à une profondeur de 48 mètres, en compagnie d'un autre niveau IV. Pour gérer la décompression, vous utilisez des tables MN 90 et lui un ordinateur de plongée. Vous effectuez un profil carré. Quel moyen de décompression sera le plus pénalisant ? Justifiez votre réponse.

L'ordinateur prend en compte une marge de sécurité d'environ 0,3 bar. Sur un profil carré il sera donc plus pénalisant que la table MN 90.

Problème 2

Vous effectuez une plongée avec deux niveau II. Les conditions sont un peu difficiles car il y a un peu de houle et un assez fort courant de surface. Quelles précautions particulières prenez vous ? Comment fixez vous les paramètres de la plongée ?

Descente au mouillage ou à la bouée de balisage

Pose d'un trainard

Parachute

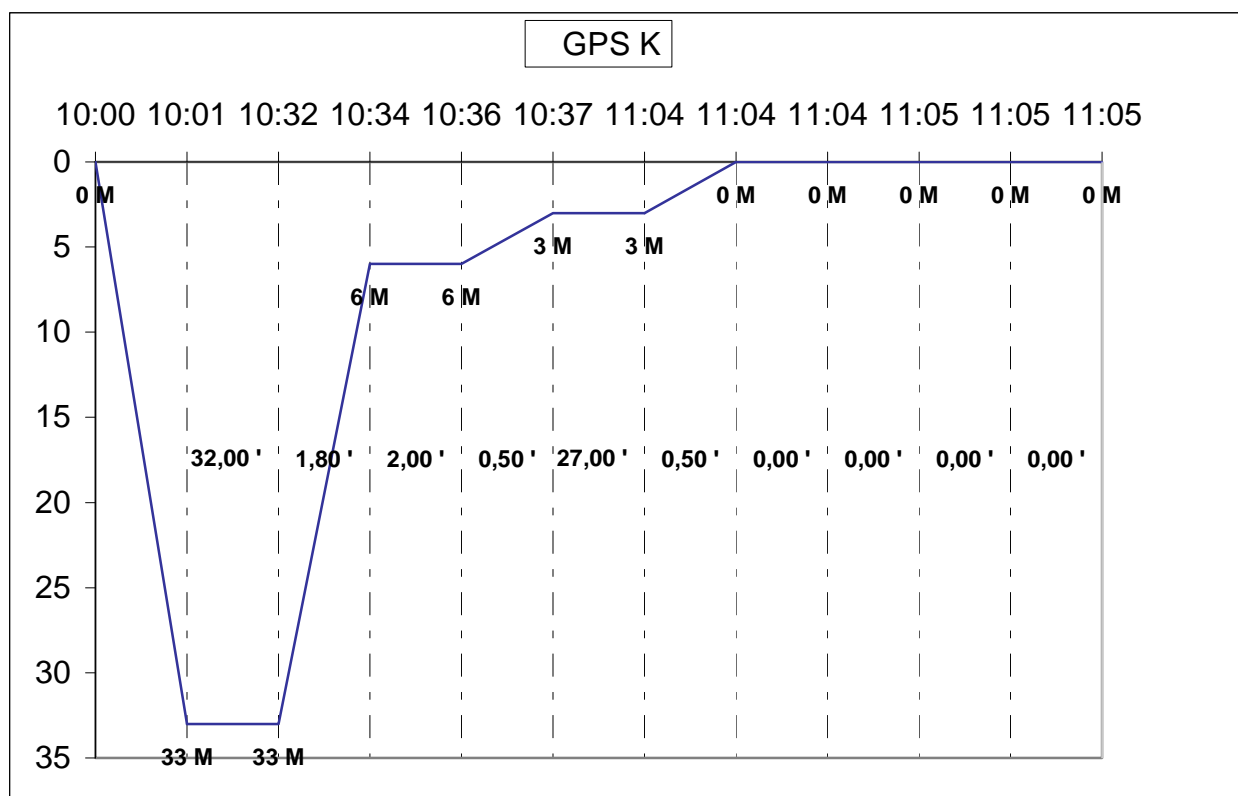
Plongée dans la courbe de sécurité

Réhausse de la valeur de réserve

Pour chacun des problèmes suivants, tracez le schéma de la plongée et indiquez l'heure d'immersion, le temps au fond, la durée de la remontée, la profondeur et la durée des éventuels paliers, l'heure de sortie ainsi que le GPS. Tous les exercices sont indépendants.

Problème 3

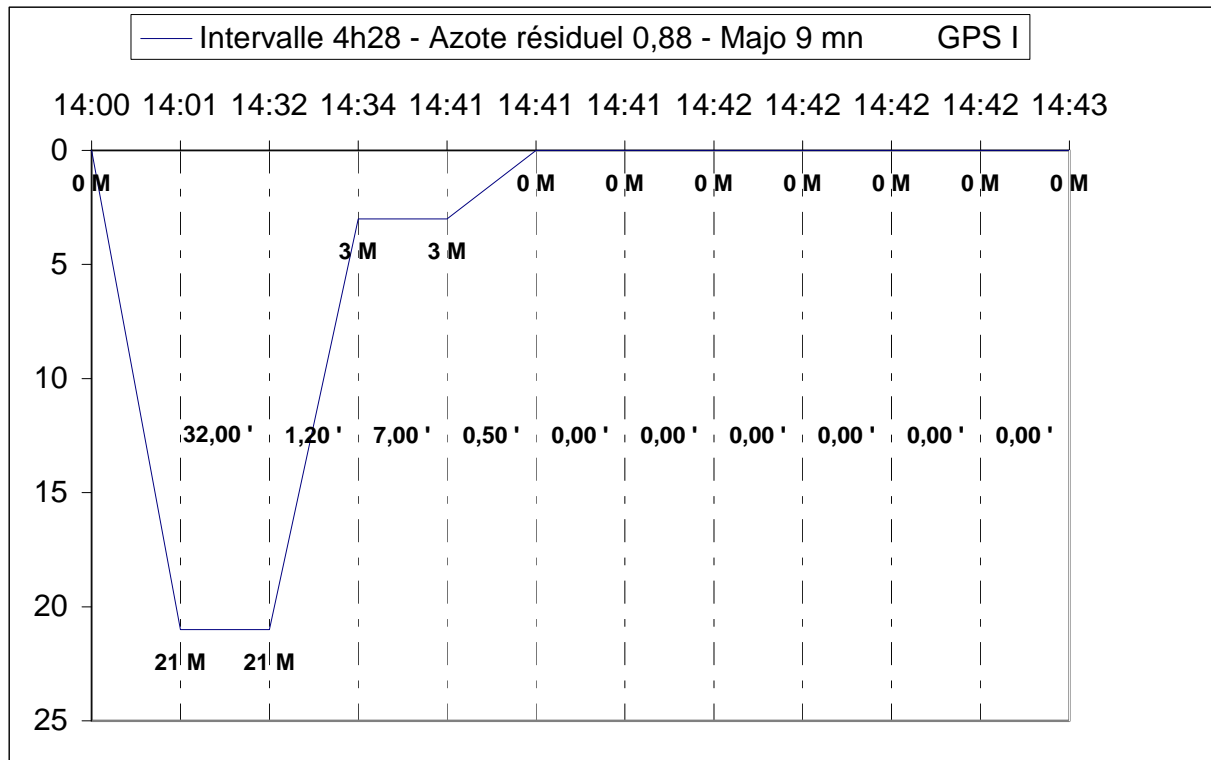
Plongée : première plongée en mer sur un fond de 33 m pendant 32 mn. Immersion à 10h00.



Problème 6

Plongée : deuxième plongée en mer sur un fond de 21 m pendant 32 mn. Immersion à 14h00.

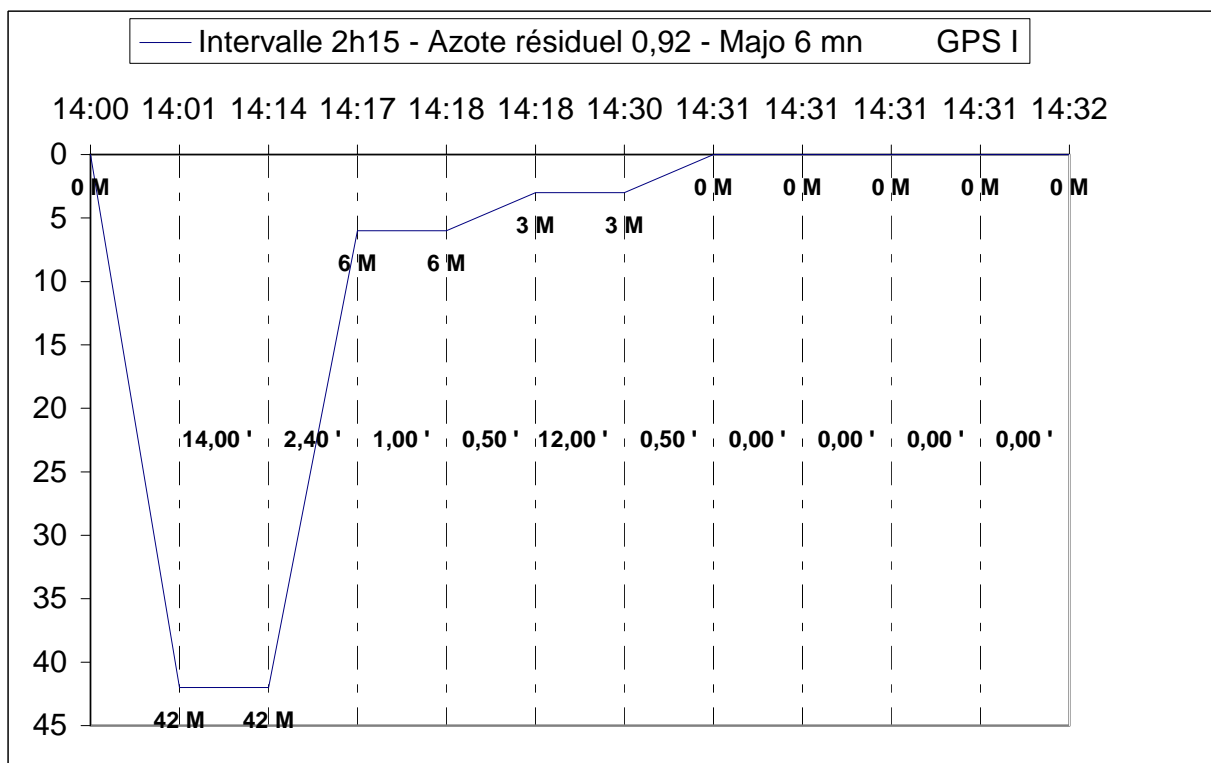
Paramètres première plongée : 40 m 15 mn - heure de sortie 9h32 - GPS G



Problème 7

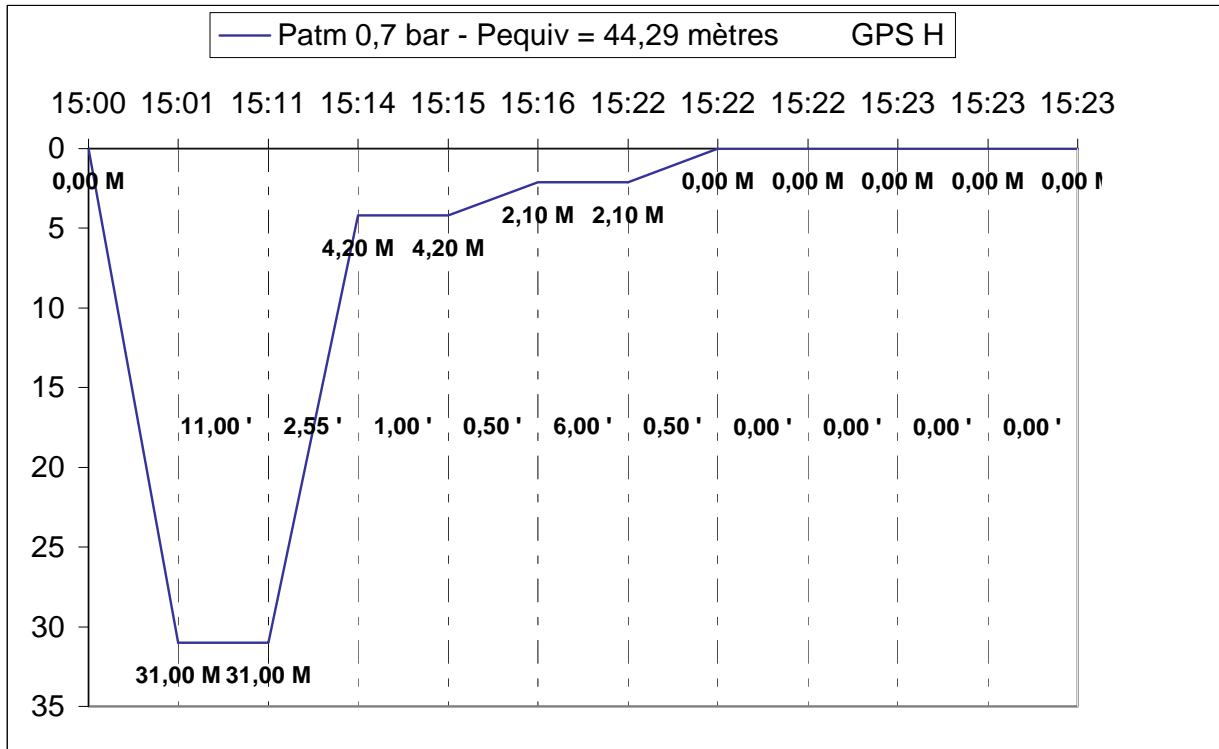
Plongée : deuxième plongée en mer sur un fond de 42 m pendant 14 mn. Immersion à 14h00.

Paramètres première plongée : 42 m 25 mn - heure de sortie 11h45 - GPS J - inhalation O2 en surface de 12h45 à 13h45



Problème 8

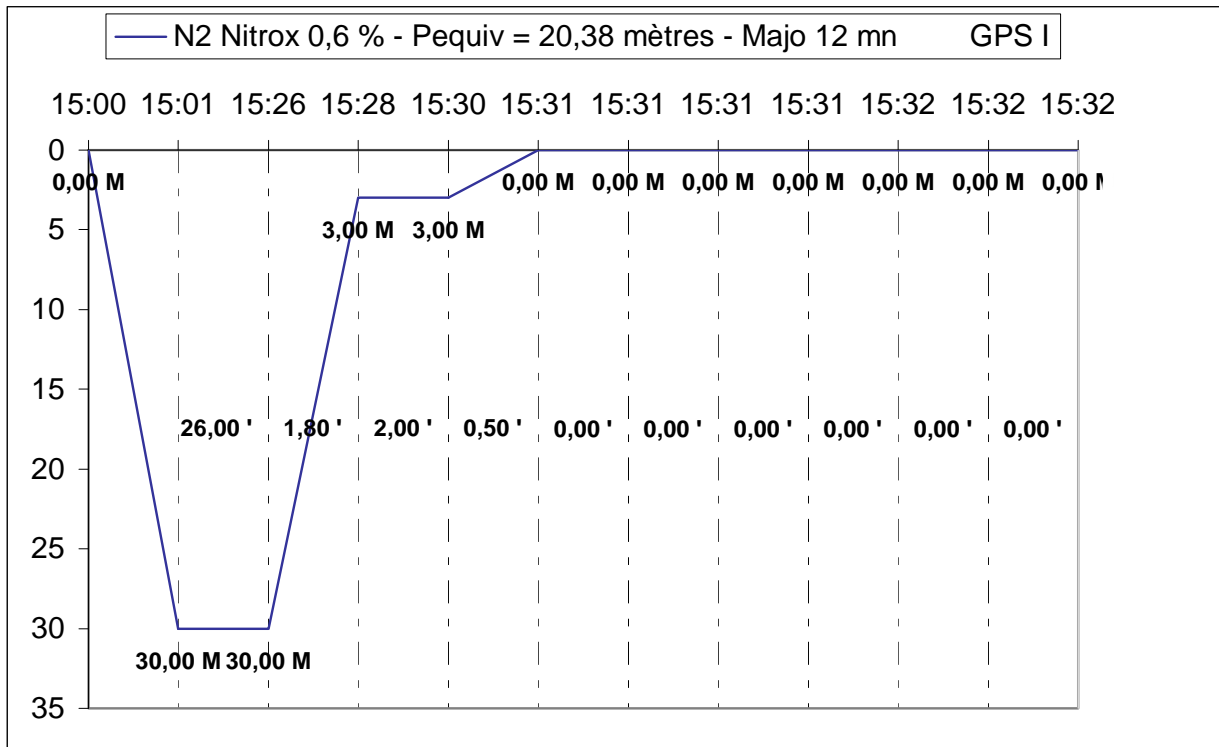
Plongée : première plongée en lac (Patm=0,7 bar) sur un fond de 31 m pendant 11 mn. Immersion à 15h00.



Problème 9

Plongée : deuxième plongée en mer sur un fond de 30 m pendant 26 mn. Mélange 40/60. Immersion à 15h00.

Paramètres première plongée : 43 m 31 mn - GPS M - heure de sortie 10h30- inhalation oxygène pur en surface. Taux d'azote résiduel de 1,20 à 11h30.



Barème : □5□5□5□5

Epreuve d'accidents

Durée 45 minutes

Question 1

En tant que guide de palanquée, vous emmenez des plongeurs niveau 2 fraîchement diplômés en espace lointain. Ces plongeurs n'ont effectué que 2 ou 3 plongées dans cet espace à la fin de leur formation.

1 – Comment allez-vous procéder afin de prévenir au maximum les risques de narcose ?

- Effectuer des plongées en augmentant progressivement la profondeur
- Descendre lentement
- Descendre le long d'un repère (mouillage, tombant, bout)
- Ne pas forcer le plongeur à plonger profond

2 – Quelle conduite adopteriez-vous si un plongeur de la palanquée était victime d'une narcose ?

- Quitter rapidement l'espace lointain pour soustraire le plongeur narcosé à la PPN₂
- Mettre un terme à la plongée
- Sur le bateau, surveiller le plongeur et mise sous O₂ si nécessaire en cas de forte narcose.

3 – Quels sont les facteurs favorisant cet accident ?

- Mauvaise condition physique
- Fatigue
- Effort au fond
- Essoufflement
- Température
- Visibilité
- Repérage

Question 2

1 - A quels types d'accidents sont plus particulièrement exposés les plongeurs de niveau 1 (dans le cadre de leurs prérogatives) ?

- la surpression pulmonaire
- l'essoufflement
- la noyade
- les autres barotraumatismes

2 - En tant que guide de palanquée, quelles sont les précautions que vous prenez pour éviter ces accidents ?

Prévention - surpression pulmonaire : vérification de la maîtrise du matériel, de la bouée, de la respiration sans masque, de la consommation d'air, rappel des consignes de sécurité pour la remontée.

- essoufflement : choix du lieu, matériel, vigilance sur la récupération, expérience du plongeur.
- barotraumatisme : descente lente, rappel des consignes en surface (équilibre des oreilles, souffler dans le masque). Vigilance lors de la descente.

Question 3

De retour sur le bateau, après une plongée, un membre de la palanquée vient se plaindre d'une gêne à une oreille. Il semble qu'il entend moins bien.

Sur quels types d'accidents se portent vos soupçons ?

Un barotraumatisme de l'oreille ou un accident de décompression de l'oreille interne.

Quelles questions lui posez-vous pour essayer de déterminer la cause de cette gêne ?

Quels étaient les paramètres de plongée ?

A-t-il eu froid ?

A-t-il forcé à la descente pour équilibrer les oreilles ?

A-t-il ressenti une sensation de gêne lors de la remontée ?

Depuis quand a-t-il cette gêne ?

Quel temps s'est-il écoulé entre la sortie de l'eau et ces sensations ?

A-t-il déjà eu ce type de problème, a-t-il des antécédents ?

Quels autres symptômes pourraient confirmer l'hypothèse la plus grave ?

Autres symptômes : vertiges, nausée, pâleur, fatigue, vomissement, démangeaisons (fourmis), troubles sensoriels.

Dans ce cas quelle conduite adoptez-vous ?

Procédure de surveillance du plongeur, mise sous oxygène et aspirine.

Procédure d'évacuation.

Surveillance du reste de la palanquée.

Rappel des autres palanquées.

Question 4

Un plongeur N4 peut effectuer des baptêmes.

1 – Quels sont les risques majeurs encourus par le baptisé lors de cette première exploration ?

- placage de masque
- barotraumatisme de l'oreille
- surpression pulmonaire
- froid

2 – Quelles indications donnez-vous au baptisé pour prévenir ces risques ?

A la descente :

- souffler régulièrement par le nez
- vasalva régulier
- ne jamais bloquer sa respiration

Au fond :

- dire tout de suite si cela ne va pas

A la remontée :

- ne pas bloquer sa respiration

Barème : □4□4□6□6

Epreuve de physiologie

Durée 45 minutes

Question 1

Donnez la définition de l'espace mort anatomique Indiquez par quoi il est constitué.

= partie non fonctionnelle de l'appareil ventilatoire dans lequel ne se produit aucun échange gazeux avec l'organisme (voies respiratoires supérieures ; trachée artère, bronches, bronchioles).

Quelle est sa valeur ?

Valeur = 0,15 à 0,20 litre

Quel est son rôle dans le mécanisme de l'essoufflement ?

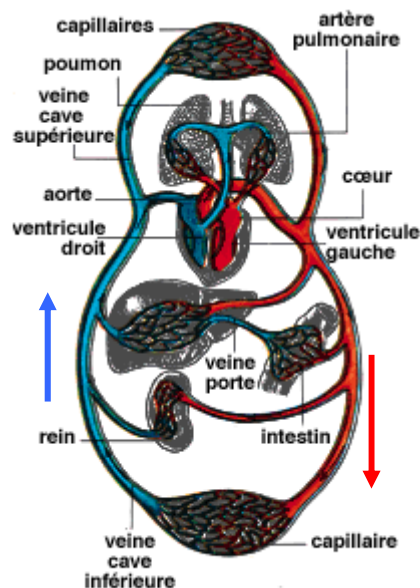
Si le volume courant diminue, le rapport espace mort/volume courant augmente, l'amplitude ventilatoire diminue et le rythme augmente. Il y a donc apparition ou aggravation de l'essoufflement par élimination inefficace du CO₂.

En plongée, qu'est ce qui augmente cet espace mort ?

L'espace mort contribue à réduire la ventilation alvéolaire; il est important d'autant plus que le volume courant est faible. Le tuba, le 2^{ème} étage du détendeur augmentent le volume de l'espace mort.

Question 2

Réalisez un schéma simplifié de l'appareil circulatoire et indiquez par des flèches le sens du flux. Utilisez deux couleurs pour différencier le sang oxygéné du sang vicié.



Question 3

Expliquez le mécanisme des échanges gazeux dans l'organisme.

Par des échanges au niveau des alvéoles et des tissus, l'organisme capte l'oxygène nécessaire et élimine le gaz carbonique produit par celui-ci. Le transport est assuré par le sang.

Au niveau des alvéoles, le sang se charge en oxygène et élimine le gaz carbonique. (différence du PPO₂ PPCO₂ entre le sang et l'air alvéolaire)

Au niveau des tissus, le sang libère l'O₂ et se charge en CO₂ (différence entre le PPO₂ et le PPCO₂ entre le sang et les tissus)

L'azote ne joue aucun rôle dans ces échanges.

Quelles modifications subit-il en plongée ?

Le mécanisme reste le même. Seule la vitesse des échanges est modifiée par suite des variations rapides et importante des pressions partielles gazeuses.

L'excès d'azote, gaz non métabolisé, risque de ne pouvoir être éliminé correctement lors des remontées si les règles ne sont pas respectées pour son élimination. En effet, le protocole de décompression doit permettre la libération de la quasi totalité de l'excès de gaz dissout, dont la quantité est fonction de la profondeur et de la durée de la plongée.

Quelles peuvent en être les conséquences néfastes ?

ADD – Narcose – Essoufflement

Question 4

En les classant en deux catégories, citez les mécanismes du corps d'adaptation au froid en plongée ?

- ⇒ Diminution des pertes caloriques (thermolyse)
- ⇒ Réduction de la surface d'échange (chair de poule, position corporelle), diminution des volumes et des masses (diurèse, vasoconstriction périphérique), ralentissement métabolique (bradycardie et bradypnée)
- ⇒ Production de chaleur (thermogénèse)
- ⇒ Mécanique : l'accroissement de l'activité musculaire, le déclenchement de frisson, spasmes, claquement de dents
- ⇒ Chimique : l'hyperventilation, la dégradation des éléments nutritifs avec consommation d'oxygène

Epreuve de réglementation

Durée 30 minutes

1) Quelles dispositions fixent les règles techniques de sécurité en plongée autonome ?

L'arrêté MJS du 28 février 2008

(Code du sport sous section 3 et section 4)

2) Que signifient les sigles FFESSM, RIFAP, CNDS, CMAS

Fédération Française d'Etudes et de Sports Sous-Marins, Réaction et Intervention Face à un Accident de Plongée, Centre National du Développement du Sport, Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques.

3) Citez 3 avantages procurés par la licence fédérale.

Assurance RC aux tiers, possibilité d'assurance complémentaire, permis de pêche, participation aux compétitions, passage des brevets, abonnement préférentiel à SUBAQUA, réduction dans certains magasins.

4) Citez les espaces d'évolution et leurs bornes de profondeur. Donnez la limite absolue de la plongée sportive à l'air.

Proche 0 - 6M - Médian 6 - 20M - Lointain 20 - 40M. Incertain 40 – 60M. Limite absolue 60M

5) Quels documents sont obligatoires pour une pratiquer la plongée sous-marine en exploration ?

A l'exception du baptême,

- Assurance en RC
- Certificat médical adapté
- Dans le cadre d'un club associatif : adhésion

6) Quel est le rôle du guide de palanquée ?

Le guide de palanquée dirige la palanquée en immersion.

Il est responsable du déroulement de la plongée et s'assure que les caractéristiques de celle-ci sont adaptées aux circonstances et aux compétences des participants.

7) Quelles sont les prérogatives des plongeurs niveau IV ?

Autonomie :

Les plongeurs autonomes (P3 ou P4) peuvent plonger entre eux (à 2 ou 3) en exploration jusqu'à 60 mètres. En l'absence d'encadrement, ils choisissent le lieu et fixent les paramètres de leur plongée.

Guide de palanquée en exploration :

Baptême : 1 baptême (Plus de 14 ans) en milieu artificiel de moins de 6 mètres avec accord du directeur de plongée.

Débutant : 4 débutants dans l'espace proche.

4 débutants dans l'espace médian si en fin de formation N1.

N1 : 4 N1 dans l'espace médian.

N1 (autonomie): Surveillance avec un E3 de 5 équipes (maximum) de N1 dans une zone de 10 mètres maxi de profondeur avec des points d'appui maximum à 30m les uns des autres. Visibilité égale au fond, lieu dépourvu de courant.

N2 : 4 N2 dans l'espace lointain.

Serre fil de toute palanquée

8) Votre Directeur de plongée, vous demande de faire 2 plongées, la première avec des plongeurs de niveau 3 et la deuxième avec des niveaux 1. En tant que niveau 4, définissez pour chacune des plongées votre rôle et les prérogatives de chaque palanquée (effectif, profondeur, équipement)

Plongée Niveau 3

Rôle : plongeur autonome

2 ou 3 plongeurs en autonomie jusqu'à 60 mètres maximum

Les plongeurs sont équipés chacun d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé leur permettant de regagner la surface et de s'y maintenir, ainsi que des moyens de contrôler personnellement les caractéristiques de la plongée et de la remontée de leur palanquée. Ils sont chacun munis d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout.

Plongée Niveau 1

Rôle : guide de palanquée

de 1 à 4 plongeurs (+ éventuellement un P4) à 20 mètres maximum

Le guide N4 est équipé d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir, ainsi que des moyens de contrôler personnellement les caractéristiques de la plongée et de la remontée de sa palanquée. Il est équipé d'un équipement de plongée muni de deux sorties indépendantes et de deux détendeurs complets.