

# DECOMPRESSION

## Exercices<sup>1</sup> – Éléments de correction

*Ces questions sont appelées à évoluer et peuvent servir de base de révision ou d'aide à la confection de sujets. Les barèmes, si proposés, et la répartition des points sont à titre informatif*

### Table des matières

THEME OBLIGATOIRE / Principe de dissolution, états de saturation et Modèle Haldanien .....	2
THEME OBLIGATOIRE / Exercices de table.....	9
THEME OBLIGATOIRE / Identification et localisation d'un ADD .....	17
THEME OBLIGATOIRE / Etude d'une situation concrète.....	27
THEME FACULTATIF / Notions de base sur les autres modèles de décompression	36
THEME FACULTATIF / Ordinateurs et protocoles de décompression .....	37
DIVERS ET/OU MULTI-THEMES .....	45

---

<sup>1</sup> Il est à noter que certains calculs proposés ne sont plus exigibles à l'épreuve d'examen « Décompression » à proprement parler ; son contenu est défini dans un cahier des charges - <http://ffesm-ctr-aura.fr/wp-content/uploads/2022/03/CdC-GP-Decompression-propre-Mars-2022.pdf> - revu régulièrement en fonction de l'évolution du Manuel du Formateur Technique (MFT)

## THEME OBLIGATOIRE / Principe de dissolution, états de saturation et Modèle Haldanien

**Exercice 1 : (2 points) - QCM** : entourez la bonne réponse.

- a) Un compartiment représente : (0.5 point)
1. Un ensemble d'organes se comportant de la même manière.
  2. Une région anatomique qui charge à la même vitesse.
  3. **Un ensemble théorique de tissus ayant le même comportement vis-à-vis de la charge (saturation) et la décharge (désaturation) en gaz inerte tel que l'azote**
- b) Un seuil de sursaturation critique c'est : (0.5 point)
1. **La valeur maximale du rapport de sursaturation S pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.**
  2. Une valeur que ne doit pas dépasser le rapport de la pression ambiante / la pression partielle d'azote pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.
  3. Une valeur que ne doit pas dépasser le rapport de la tension d'azote / la période pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.
- c) Une période représente : (0.5 point)
1. Le temps nécessaire pour qu'un compartiment soit saturé.
  2. **Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression.**
  3. Le temps nécessaire pour qu'un compartiment soit saturé/désaturé à 50 %.
- d) Un compartiment directeur c'est : (0.5 point)
1. Celui qui impose le palier le moins profond.
  2. **Celui qui impose le palier le plus profond.**
  3. Celui dont découle toute la décompression.

**Exercice 2 : (2 points) : La dissolution de l'azote**

A) Quels sont les différents états de saturation et de désaturation ? (1 point)  
**Saturation ; Sous-saturation ; Sursaturation et Sursaturation critique (4 fois 0,25 point)**

**NB : la sursaturation critique n'est pas à strictement parler un état de saturation donc mettre la totalité des points même si pas mentionné**

B) Quel état ne faudrait-il pas dépasser et pourquoi ? (1 point)

**La sursaturation critique. Risque d'ADD. (2 fois 0,5 point)**

**Exercice 3 : (2 points)**

En surface et avant toute plongée, la tension d'azote dans les tissus (TN<sub>2</sub>) est à l'équilibre avec la pression partielle de l'azote dans l'air ambiant (PpN<sub>2</sub>), on parle d'état d'équilibre.

Au cours d'une plongée, cette tension évolue, modifiant l'état d'équilibre des tissus. Indiquez pour chaque étape de la plongée, l'état de saturation des tissus en justifiant votre réponse.

1 – A la descente

**Sous-saturation en azote des différents compartiments. La PpN<sub>2</sub> de l'air respiré est supérieur à la TN<sub>2</sub> des différents compartiments générant un gradient significatif de la charge des tissus.**

**0,5 point**

## 2 – Au fond

Tend vers l'équilibre en azote des différents compartiments qui dépend de la durée de la plongée (et non plus de la profondeur). La PpN<sub>2</sub> de l'air respiré est toujours supérieure à la TN<sub>2</sub> des compartiments les plus longs. Par exemple, si la plongée dure moins de 30 mn la totalité des compartiments reste en phase de charge

0,5 point

## 3 – A la remontée

Sursaturation en azote des différents compartiments. La TN<sub>2</sub> est plus importante que le PpN<sub>2</sub> de l'air respiré générant un gradient significatif de la décharge des tissus. Il faut respecter la vitesse de remontée, les paliers (le protocole de décompression) pour ne pas être en sursaturation critique.

0,5 point

## 4 – Lors du retour en surface

L'ensemble des compartiments est en phase de désaturation ou décharge (TN<sub>2</sub> > PpN<sub>2</sub>). Certains compartiments sont sous-saturés (TN<sub>2</sub> < Pabs) (probablement les plus longs. D'autres compartiments sont sursaturés (TN<sub>2</sub> > Pabs) (probablement les plus courts. La TN<sub>2</sub> de ces compartiments reste plus importante que la PpN<sub>2</sub> de l'air respiré en surface mais tend à revenir à l'état d'équilibre initial qui correspond à une tension de 0,79b d'azote pour l'air respiré à pression atmosphérique.

0,5 point

### Exercice 4 : (2 points)

Lors de vos cours les termes de « seuil de sursaturation critique » et de « compartiment directeur » ont été employés, sauriez-vous les définir ?

Le seuil de sursaturation critique SC est la valeur maximale du rapport de sursaturation S pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.

1 point

Le compartiment dont le rapport TN<sub>2</sub> / Sc est le plus élevé est appelé compartiment directeur. Il impose le palier obligatoire le plus profond.

1 point

### Exercice 5 : (3 points)

Définissez les principales caractéristiques du modèle de désaturation de Haldane. Définissez-le terme de « compartiment directeur ». Combien de compartiments sont pris en compte pour le calcul des tables MN90 ? Expliquez la différence entre la M-Values et les Sc de Haldane ?

Principales caractéristiques du modèle de Haldane :

- L'équilibre des pressions entre alvéolaire (poumons / sang) est instantané.
- L'équilibre des pressions entre les tissus (sang / tissus) est instantané.
- Le corps humain est représenté par des compartiments (5 compartiments à l'origine/8/12 ou 16 depuis dans les modèles Haldanien plus récents)
- Compartiment = ensemble de tissus homogène vis-à-vis de la charge et de la décharge d'azote.
- Modèle par perfusion
- Vitesse de remontée à 10m/min
- Pas d'interaction entre compartiments
- Seuil de saturation critique (Sc) unique et fixe pour chaque compartiment

Le compartiment directeur est le premier compartiment qui atteint la valeur du : rapport Tension de N<sub>2</sub> / Sursaturation critique supérieur à 1 et qui a la valeur la plus important des 12 Compartiments (TN<sub>2</sub>/Sc > 1). Il impose au plongeur le palier le plus profond

Les tables MN90 comportent 12 Compartiments

On sait que :

$$S = TN2 / Pabs$$

$$Sc = TN2 \text{ max} / Pabs$$

On en déduit pour le modèle MN90 :

$$TN2 \text{ max} = Sc \times Pabs$$

TN2 max correspond à ce que les anglo-saxons appellent - M-value ; c'est-à-dire la valeur maximale admissible de TN2 pour un compartiment à une profondeur donnée

**Notation :**

1 point pour nommer 5 Caractéristiques, moitié des points entre 3-4. 0 en dessous de 3.

0.5 point pour les 12 Compartiments et 0.5 pour le compartiment directeur

1 point pour énoncer la différence entre Sc et M- Values

**Exercice 6 : (3 points)**

a) Expliquez ce qu'est un seuil de saturation critique ? (2 points)

Le seuil de saturation critique est la valeur maximale du rapport de sursaturation S (TN2 / Pabs) pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité sachant que chaque compartiment a son propre seuil de sursaturation critique Sc (TN2 max / Pabs)

b) Expliquez ce qu'est un compartiment directeur ? (1 point)

Le compartiment dont le rapport TN2/Sc est le plus élevé, devient le compartiment directeur. Il impose le palier obligatoire le plus profond.

**Exercice 7 : (4 points)**

Définissez le phénomène de dissolution d'un gaz dans un liquide et nommez la loi physique associée. Définissez les notions de sous-saturation, saturation et tension. Quel gaz nous impose une désaturation en plongée et pourquoi ? A quelle tension est ce gaz dans l'organisme humain en surface au niveau de la mer ?

**Dissolution d'un gaz :** C'est la quantité de gaz dissous dans un liquide dû à la pression de ce gaz avec les caractéristiques suivantes :

- Proportionnelle à la pression et surface de contact
- Exponentielle par rapport au temps d'exposition
- Dépend de la nature du Gaz
- Dépend de la nature du liquide
- Augmente avec l'agitation
- Varie inversement par rapport à la température

1 point si phénomène décrit avec 2 caractéristiques ou plus, 0 sinon.

La loi physique - « Loi de Henry » -correspondante peut s'énoncée de la manière suivante :

A température donnée et lorsqu'un gaz inerte et un liquide en contact sont à l'équilibre, la concentration en gaz dissous est proportionnelle à la pression du gaz au-dessus du liquide.

Enoncé Loi de Henry 1 point

**Tension :** correspond à la pression de gaz dissout dans un liquide ou un compartiment à un instant considéré

**Saturation :** situation où la tension = la pression absolue subie par le liquide/compartiment.

**Sous-saturation :** La tension est **inférieure** à la pression absolue subie par le liquide/compartiment.

1 point si les 3 ; 0,5 point si 2 ; 0 si seult 1

Le gaz imposant un palier en plongée est l'Azote. C'est un gaz neutre qui n'est pas métabolisé par l'organisme à l'inverse de l'oxygène et qui s'accumule dans les tissus lors d'une plongée. 0,5 point

En application de la loi de Henry, à l'état d'équilibre :

$$TN_2 = PpN_2$$

En surface au niveau de la mer

$$PpN_2 = 0,79 \times 1 = 0.79 \text{ bar donc}$$

$$TN_2 = 0.79 \text{ bar}$$

0,5 point

### Exercice 8 : (4 points)

Dans les éléments de calcul de table, on évoque la notion de compartiment, de gradient, de période et de tension.

1) Définir les termes suivants :

**Compartiment** : région anatomique factice qui regroupe un ensemble de tissus physiologiques ayant le même comportement vis à vis de la charge et de la décharge en gaz dissous (ex. Azote). Chaque compartiment est caractérisé par sa période et sa limite de sursaturation admissible ( $Sc$ ). 0.5 point

**Gradient** : différence entre la pression de gaz au-dessus du liquide et la tension de gaz dissous dans le liquide ; Gradient =  $PpN_2 - TN_2$  0.5 point

**Période** : Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression. 0.5 point

**Tension** : pression de gaz dissout dans un liquide ou un compartiment à un instant considéré 0.5 point

2) Au bout de combien de périodes peut-on généralement considérer qu'un compartiment a atteint l'équilibre ?

Au bout de 6 périodes, on considère que le compartiment est pratiquement à l'état d'équilibre (erreur < 2%) 1 point

3) Donnez la définition de compartiment directeur" ?

Le compartiment dont le rapport  $TN_2/Sc$  est le plus élevé, devient le compartiment directeur. Il impose le palier obligatoire le plus profond. 1 point

### Exercice 9 : (4 points)

Expliquez le mécanisme physiologique de la désaturation en azote de l'organisme lors de la remontée et après la sortie de l'eau (étapes tissulaire, sanguine et alvéolo-capillaire)

Dès le début de la remontée, et jusqu'à 48 h après la sortie de l'eau, la désaturation en azote s'effectue de la façon suivante :

- **Etape tissulaire** : Les tissus chargés en azote vont progressivement désaturer ; la tension d'azote ( $TN_2$ ) du tissu étant supérieure à celle du sang capillaire (diffusion de l'azote par différence de pression partielle du tissu le plus chargé vers le sang moins chargé en azote) 1 point

- **Etape sanguine** : le sang transporte alors l'azote vers les poumons sous forme dissoute ( $TN_2$ ) ou de microbulles 1 point

- **Etape alvéolo-capillaire** : => **Filtre pulmonaire** : les **micro bulles d'azote** présentes dans les capillaires pulmonaires sont piégées et éliminées au niveau alvéolaire (si elles sont petites et peu nombreuses) 1 point

- Quant à l'**azote dissous**, sa tension intra capillaire étant supérieure à la pression partielle en azote de l'air alvéolaire, il passe **par diffusion** dans l'alvéole et est éliminé par l'expiration. 1 point

### Exercice 10 : (4 points)

Donnez une définition des termes suivants :

#### 1) Compartiments

Le corps humain peut être représenté arbitrairement par un ensemble de régions anatomiques théoriques appelées « COMPARTIMENTS » qui ont un comportement homogène vis-à-vis de la charge et la décharge en azote

1 point

#### 2) Gradient

Le gradient est la différence entre la pression de gaz au-dessus du liquide et la tension de gaz dissous dans le liquide ; Gradient =  $P_{pN_2} - TN_2$ .

1 point

#### 3) Période

Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression.

1 point

#### 4) Le seuil de sursaturation critique ?

Le SC est la valeur maximale du rapport de sursaturation S ( $TN_2 / P_{abs}$ ) pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.

1 point

### Exercice 11 : (5 points)

Quels facteurs influencent la charge en azote lors d'une plongée ? Expliquez brièvement le mécanisme pour chacun d'entre eux. (2 points)

- Les efforts, le froid, le stress, le début d'essoufflement, et par voie de conséquence l'essoufflement, tous les cinq étroitement liés, engendrent une consommation excessive et provoquent le plus souvent une agitation ayant pour conséquence l'accélération de la charge en azote due à une augmentation des débits ventilatoire et cardiaque et un déficit de désaturation 1,5 points
- Déshydratation : la viscosité du sang augmente et perturbe les échanges gazeux 0,5 point
- Profondeur (pression) : son augmentation provoque l'augmentation du gradient et de la capacité d'absorption en gaz des tissus donc des échanges gazeux donc de la charge en azote 0,5 point
- Durée : augmentation exponentielle de la charge jusqu'à l'équilibre 0,5 point
- Température du corps : l'hypothermie favorise la dissolution donc la charge 0,5 point
- Le surpoids : solubilité de l'azote plus importante dans les tissus adipeux 0,5 point

Lors d'une plongée successive, un plongeur doit déterminer la « majoration ».

Expliquez à quoi correspond cette valeur (1 point)

C'est le temps qu'il faudrait passer à la profondeur de la seconde plongée pour dissoudre une quantité d'azote identique à l'azote résiduel de la 1ère plongée avant cette seconde immersion

## Exercice 12 : (5 points)

Sortie club d'une semaine sur l'île de Tenerife, culminant à 3 715 m d'altitude. 2 plongées successives le matin, libre l'après-midi. Le dernier jour n'étant pas plongé en prévision du vol retour.

Cette configuration présente des risques liés à la saturation – désaturation de l'azote du fait des plongées successives et de la rapide montée en altitude des itinéraires de visite. Il est demandé l'utilisation des MN 90 en tant que protocole de désaturation, Vous rappelez les consignes de sécurité à votre palanquée :

- ☞ 4h à minima entre 2 plongées successives
- ☞ 12 à 24h avant de monter en altitude ou de prendre l'avion

Donnez le raisonnement ayant abouti à ces valeurs d'intervalles.

Que préconiseriez-vous si les plongées se faisaient aux ordinateurs.

**MN90 : Après un intervalle surface de 15 mn le C120 devient directeur pour la désaturation. Donc avant une plongée successive seule la désaturation du C120 est prise en compte.** 1 point

Désaturation de 50% du gradient à chaque période :

P1 : 50% ; P2 : 75% ; P3 : 87,5% ; P4 : 93,75% ; P5 : 96,88% ; P6 : 98,44%.

1 point

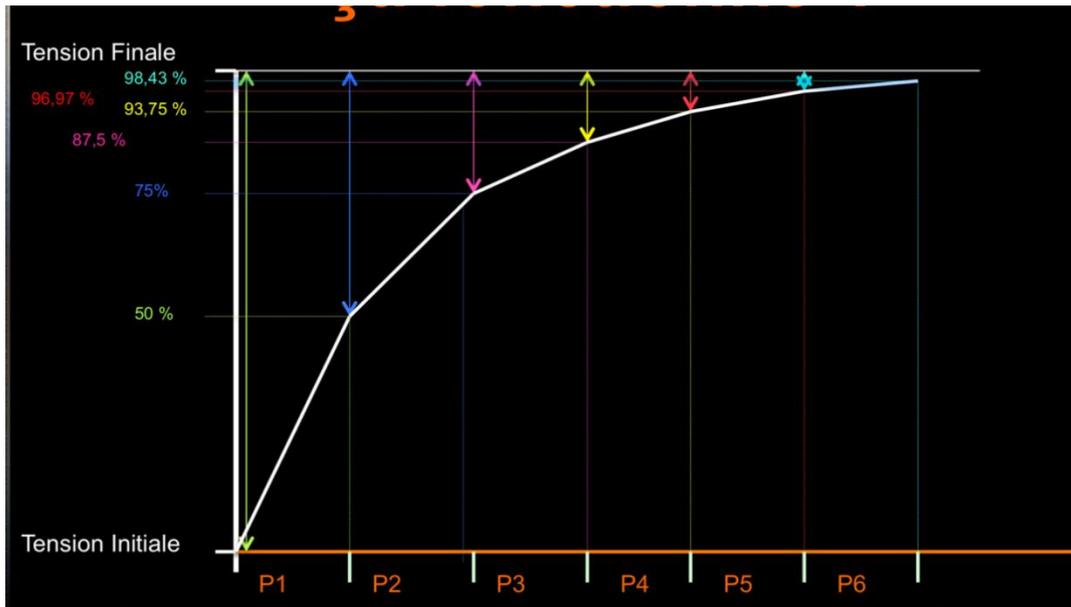
Considérant le C120' :

- 4h d'intervalle surface correspondent à 2 périodes du C120 donc à une désaturation de 75%. NB - On peut se poser la question de savoir si cela est suffisant ? 1 point
- Désaturation quasiment complète à 6 périodes, soit 12 heures avant l'altitude et/ou l'avion 1 point

Ce raisonnement n'est valable que pour les MN90. Concernant les ordinateurs, les modèles utilisés ont des compartiments beaucoup plus longs : il est important de consulter la notice de chaque ordinateur et de définir la procédure la plus contraignante au sein de chaque palanquée. Par ailleurs, en cas de plongées successives, il est recommandé de respecter un intervalle surface équivalent à celui que le plongeur utiliserait pour les tables. 1 point

## Exercice 13 : (5 points)

A l'aide d'un schéma expliquez le principe de la dissolution (2 points) et définissez les principaux termes (Tissu, Compartiment, période, gradient, tension initiale, tension finale) (0.5 point / réponse)



**Tissu** : Constituants des organes et du corps humain (os, muscles, tissu adipeux, nerfs, vaisseaux)

**Compartment** : région anatomique factice qui regroupe un ensemble de tissus physiologiques ayant le même comportement vis à vis de la charge et de la décharge en gaz dissous (ex. Azote). Chaque compartiment est caractérisé par sa période et sa limite de sursaturation admissible ( $Sc$ ). 0.5 point

**Gradient** : différence entre la pression de gaz au-dessus du liquide et la tension de gaz dissous dans le liquide ; Gradient =  $PpN_2 - TN_2$ .

**Période** : Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression.

**Tension initiale** : Pression partielle de gaz dissous dans les tissus à l'équilibre au début de la phase de dissolution du gaz (charge ou décharge).

**Tension finale** : Pression partielle de gaz dissous dans les tissus à l'équilibre en fin de la phase de charge ou de décharge.

#### Exercice 14 : (6 points)

Après avoir défini ce qu'est un modèle de désaturation en plongée, décrivez les deux grands modèles intégrés dans les ordinateurs de plongée actuels.

##### 1/ Définition du modèle de désaturation en plongée (2 points)

En plongée, un modèle de désaturation simplifie les réactions du corps humain face à la charge et à la décharge d'azote en le « découpant » de façon théorique en un certain nombre de compartiments. Chaque **compartiment** se caractérise par :

- Une vitesse de charge et de décharge de l'azote appelée « Période » ou « demi-vie »
- Un Critère de remontée :
  - Coefficient  $Sc$  ou limite de sursaturation admissible (M-value) pour les modèles Haldaniens
  - Volume critique de bulle à ne pas dépasser pour les modèles à prise en compte des micronoyaux gazeux

##### 2/ 2 grands modèles intégrés dans les ordinateurs de plongée (4 points)

- Modèles monophasiques (1 phase) qui ne considèrent que l'azote sous forme dissous (modèles Haldanie et Bühlmann, à perfusion)

- Quantité d'azote + Baisse de pression = Bulles
- Modèles diphasiques (2 phases) qui ajoutent une composante « micronoyaux gazeux » ou « gaz nuclei » en considérant la préexistence de « germes » gazeux dans le corps, qui serviraient d'amorce à la création de microbulles (modèles RGBM, Bühlmann Micro Bulle (MB) et VPM sur certains ordinateurs Tek)
  - Quantité d'azote + Germes gazeux + Baisse de la pression = Bulles

## THEME OBLIGATOIRE / Exercices de table

### Exercice 15 : (2 points)

Une palanquée effectue une plongée de 22mn à 30m, puis décide de remonter et met 4 mn à atteindre le premier palier. Quelle sera la durée de leurs paliers ?

Expliquez votre démarche

En cas de remontée lente, le temps de remontée est pris en compte dans le temps total de la plongée 1 point

Temps de plongée = 22+4 = 26mn, soit 9mn de palier à 3m 1 point

### Exercice 16 : (2.5 points)

Dans le cadre de vos nouvelles responsabilités de GP, vous participez à une journée sortie mer. Au programme, une plongée le matin sur un tombant et l'après-midi une plongée sur épave située à 14m de profondeur.

Les paramètres de la plongée sur le tombant sont : 40 mètres, 20 minutes.

1) Donnez les paliers éventuels (profondeur, durée) pour cette première plongée. (1 point)

1 minute à 6 m, 9 minutes à 3m, 0.5 point

GPS : H 0.5 point

2) Votre plongée de l'après-midi est programmée pour débiter après un intervalle de surface de 3h45. Avant de partir vous planifiez votre plongée sur la base d'une plongée de 30 minutes sur l'épave (profondeur 14 m). Donnez la majoration et les paliers éventuels (profondeur, durée) pour cette deuxième plongée. (1,5 points)

Intervalle de surface de 3h45, on utilise 3h30 dans le tableau I ce qui donne pour un GPS de H 0,91 d'azote résiduelle. 0.5 point

Dans le tableau II on utilise 0,92 pour l'azote résiduelle et 15 m pour la profondeur ce qui donne une majoration de 18 minutes. 30+18 = 48. 0.5 point

Pas de palier dans la table pour 15m. 0.5 point

### Exercice 17 : (3 points)

Ce matin vous encadrez 2 plongeurs N2 expérimentés sur l'épave du Rubis pour une immersion à la profondeur maximum de 36 m sur le pont. Vous amorcez votre remontée à 18 mn d'immersion.

a) Donnez les paliers, GPS et DTR : (1,5 points)

Palier 8 mn à 3 m, GPS : H, DTR : 11 mn 0.5 point/réponse

b) Après un intervalle surface de 3h10, vous vous réimmergez avec les 2 plongeurs, pour une plongée sur le Spahis, une épave qui repose sur un fond de 26m. Vous l'explorez pendant 20 min, avant d'amorcer votre remontée.

Quels est l'azote résiduel au départ, la majoration et les paliers éventuels ? (1.5 points)

Tableau I : GPS H et Intervalle surface 3h10 à 3H Azote résiduel = 0,93  
Tableau II : 0,93 à 0,95 Majoration = +12 minutes  
20 + 12 = 32 minutes de plongée à 26m = 12min de paliers à 3m  
0.5 point/réponse

### Exercice 18 : (3 points)

On vous confie 2 plongeurs PE40 pour réaliser une plongée à 32m pour un temps de total de plongée d'immersion de 35 minutes maximum.

a) D'après les tables MN90, quelle est la durée totale fond maximum possible, pour respecter le temps total d'immersion, la DTR envisageable et les paliers ?

Les paramètres de la plongée sont 32m et 35 minutes de durée totale d'immersion. Les Tables MN90 donnent pour 32m, un temps fond de 25 minutes et une DTR de 9 minutes avec un palier de 6 minutes à 3m. 0.5 point

D'où une durée totale d'immersion de 34 minutes ce qui permet de respecter les consignes du DP. 0.5 point

b) Vous souhaitez replonger 2h15 après et aller à 20m l'après-midi. Déterminez le GPS, l'azote résiduel et la majoration pour cette nouvelle plongée. Indiquez combien de temps vous pouvez rester à 20m sans décompression

GPS = H 0.5 point

Azote résiduel : 0.98 0.5 point

Majoration de 22min à 20metres 0.5 point

Temps de plongée sans décompression : 18min 0.5 point

### Exercice 19 : (4 points)

Indiquez au moins 4 différences entre les tables de plongée FFESSM-MN90 et les ordinateurs. (2 points s'il y a en 4, 1 point s'il y a en 2, et 0 point s'il y a en moins de 2)

- La plongée aux tables est une plongée carrée, on prend la profondeur la plus importante et la durée jusqu'au début de la remontée à la vitesse préconisée. C'est comme si on était durant tout ce temps à la profondeur la plus importante.
- L'ordinateur est un calculateur multi-profondeurs qui calcule en permanence, en fonction de la pression ambiante et de la durée, la charge en azote et la décharge en azote des différents compartiments.
- La vitesse de remontée des tables est fixe, comprise entre 15 et 17 m/min.
- La vitesse de remontée des ordinateurs est d'environ 10m/min fixe ou variable en fonction de la profondeur.
- Possibilité avec l'ordinateur de paramétrer le durcissement de la décompression.
- Prise en compte de la consommation pour certains ordinateurs.

Dans le cadre de vos nouvelles responsabilités de GP, vous participez à une journée sortie mer. Au programme, une plongée le matin sur un tombant et l'après-midi une plongée sur épave située à 14m de profondeur. Les paramètres de la plongée sur le tombant sont : 40 mètres, 20 minutes.

1) Donnez les paliers éventuels (profondeur, durée) pour cette première plongée. (1 point)

1 minute à 6 m, 9 minutes à 3m 0.5 point

GPS : H 0.5 point

2) Votre plongée de l'après-midi est programmée pour débuter après un intervalle de surface de 3h45. Avant de partir vous planifiez votre plongée sur la base d'une plongée de 30 minutes sur l'épave (profondeur 14 m). Donnez la majoration et les paliers éventuels (profondeur, durée) pour cette deuxième plongée. (1 point)

Intervalle de surface de 3h45, on utilise 3h30 dans le tableau I ce qui donne pour un GPS de H 0,91 d'azote résiduelle.

Dans le tableau II on utilise 0,92 pour l'azote résiduelle et 15 m pour la profondeur ce qui donne une majoration de 18 minutes.  $30+18 = 48$ . 0.5 point

Pas de palier dans la table pour 15m. 0.5 point

### Exercice 20 : (4 points)

Ce matin vous encadrez 2 plongeurs N2 expérimentés sur l'épave du Rubis pour une immersion à la profondeur maximum de 36 m sur le pont. Vous amorcez votre remontée à 18 mn d'immersion.

1. Donnez les paliers, GPS et DTR : (1,5 points)

Palier 8 mn à 3 m ; GPS : H ; DTR : 11 mn 0.5 point/réponse, 1.5 point max

2. Après un intervalle surface de 3h10, vous vous réimmergez avec les 2 plongeurs, pour une plongée sur le Spahis, une épave qui repose sur un fond de 26m. Vous l'explorez pendant 20 min, avant d'amorcer votre remontée. Quels est l'azote résiduel au départ, la majoration et les paliers éventuels ? (1.5 points)

Tableau I : GPS H et Intervalle surface 3h10 à 3H Azote résiduel = 0,93

Tableau II : 0,93 à 0,95 Majoration = +12 minutes

$20 + 12 = 32$  minutes de plongée à 26m = 12min de paliers à 3

0.5 point/réponse, 1.5 point max

### Exercice 21 : (4 points)

Vous emmenez 2 plongeurs N2 sur un tombant pour une immersion à la profondeur maximum de 38 m, vous amorcez votre remontée à 18 mn d'immersion.

a) Paliers éventuels, GPS

Palier 8 mn à 3 m, GPS : H 1 point

b) Après un intervalle de surface de 3h10, vous vous ré-immmergez avec les 2 plongeurs N2, pour une plongée sur une épave qui repose sur un fond de 26m. Vous l'explorez pendant 20 min, avant d'amorcer votre remontée. Donnez les paliers éventuels et le GPS.

Tableau I : GPS H et Intervalle surface 3h10 à 3H Azote résiduel = 0,93 1 point

Tableau II : 0,93 à 0,95 Majoration = +12 minutes 1 point

$20 + 12 = 32$  minutes de plongée à 26m, soit 12min de paliers à 3m et GPS : I

1 point

### Exercice 22 : (4 points)

Ce matin le directeur de plongée vous sollicite pour encadrer un PE40. Vous descendez jusqu'à 32m et au bout de 6 minutes vous retrouvez le PE40 en surface après une remontée trop rapide. Décrivez le protocole établi par les tables MN90 ainsi que ses limites d'utilisation. (2 points)

- Protocole Remontée « rapide » 0.25 point
- Si pas d'accident déclaré et si ré-immersion possible dans les 3 minutes, redescendre au moins à mi profondeur 0.5 point
- Y rester au moins 5 minutes 0.25 point
- Recalculer la durée de la plongée de son début jusqu'à la fin du palier de 5 minutes 0.25 point
- Déterminer les paliers 0.25 point
- S'il n'y en a pas de palier obligatoire, faire 2 minutes de palier à 3m. 0.5 point

Dessinez le profil de plongée en faisant notamment apparaître paliers éventuels et GPS. (2pts)

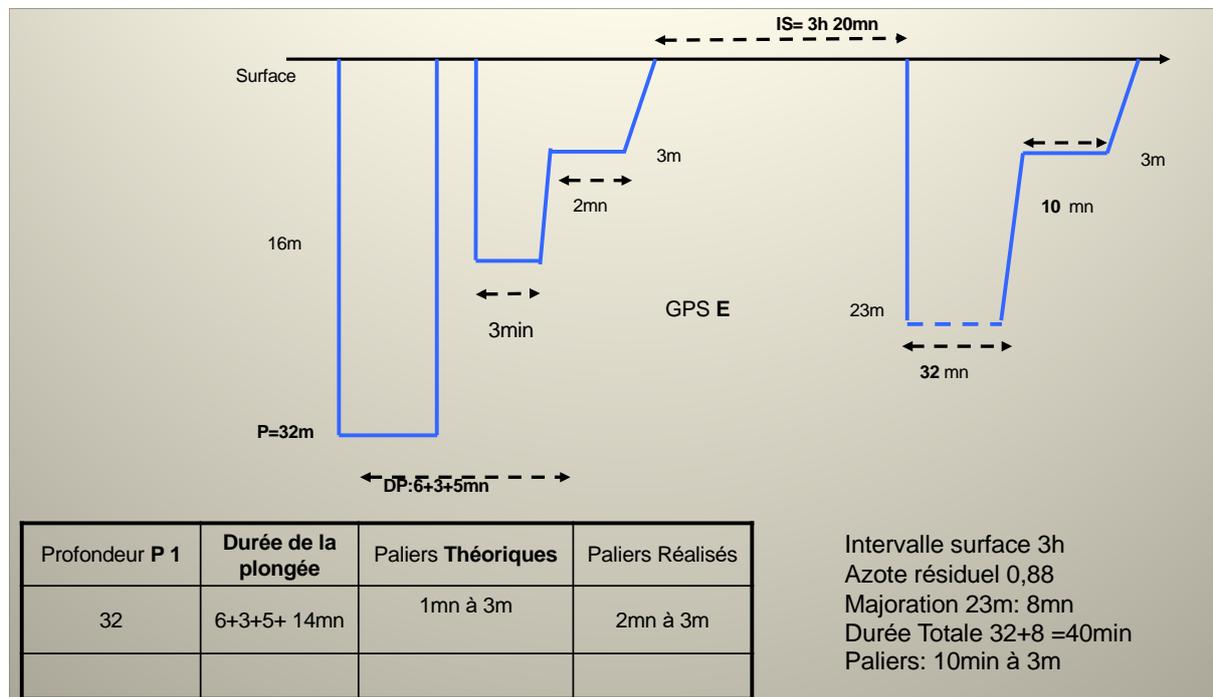
- Durée de plongée :  $6+3+5= 14$  min 0.25 point
- 14min à 32m -> 1min à 3m 0.25 point
- GPS = E 0.25 point
- Mais remontée rapide donc 2min à 3m 0.25 point

+ 1 point pour le profil complet annoté

3h20 après être sorti de l'eau, vous replongez à 23m pour une durée de 32min.

Donnez les paliers éventuels ainsi que la DTR. (1 point)

- Azote résiduel : 0,88 0.25 point
- Majoration à 23m : 8mn 0.25 point
- 40min à 25m donne : 10min à 3m 0.25 point
- DTR=12min 0.25 point



### Exercice 23 : (4 points)

Lors d'une sortie exploration en mer, vous encadrez 2 plongeurs N2 sur un site avec un tombant. Vous plongez aux tables MN90. Votre profondeur maximum est de 39 m et vous décidez de remonter au bout de 20min. Vous sortez à 11h.

1. Paliers éventuels, GPS ?

Paliers : 1min à 6m et 9 mn à 3 m, GPS H 1 point

L'après-midi vous replongez à 14h 22 sur un autre site d'une profondeur de 23 m pendant 22 min.

2. Paliers éventuels, DTR ?

Cette 2ème plongée est une plongée successive.  $15\text{min} < IS < 12\text{ h}$

Intervalle : 3 h 22, N2 résiduel : 0.93 (0,95), majoration : 13 mn

Paliers : 5 mn à 3 m, DTR : 7 mn 1 point

3. Expliquez à quoi correspond le GPS dans les tables MN90. Définissez sa valeur en sortie de plongée puis 1heure et 12h après la sortie de plongée ?

Le GPS pour Groupe de Plongée Successive représente le compartiment C120 du modèle des tables MN90 FFESSM, qui permet de déterminer le taux d'azote résiduel à la sortie d'une plongée.

Pour la 1ère plongée, le GPS égal à H représente la tension d'azote du compartiment C120 qui est de 1,16 en sortie de plongée, de 1,05 une heure après être sortie de l'eau et de 0,81 au bout de 12 heures. 1 point

4. Comment expliquez-vous la différence de paliers à effectuer entre ceux proposés par les tables MN90 et par votre ordinateur pour cette dernière plongée ?

Les tables MN90 calculent les paliers comme si toute la plongée s'était passée à 39 m, alors que l'ordinateur calcule en temps réel tout au long de la plongée.

Le calcul de la désaturation se fait au plus près du profil de la plongée effectivement effectuée. Il ajoute un pourcentage de sécurité d'où une décompression beaucoup plus courte pour ce type de profil. 1 point

### Exercice 24 : (4 points)

Vous vous immergez pour une plongée sur une épave à 43m en faisant votre décompression à l'aide de tables MN90. Vous quittez le fond au bout de 14minutes.

1) Quels sont vos paliers ? (1 point)

43m ➡ 45m, 14min ➡ 15'

Donc 1' à 6m, 6' à 3m,

0.5 point

GPS = H

0.5 point

2h45 plus tard vous faites une seconde plongée sur un tombant allant jusqu'à 32m. Vous quittez le fond au bout de 25min.

2) Quels sont vos paliers ? (2 points)

GPS = H, IS = 2h45 ➡ 2h

TN<sub>2</sub> = 0.95 ; et donc 0.95 soit pour 32m, une majoration = 10'

1 point

A 32m, 25' + 10'=35' d'où un palier de 22' à 3m

1 point

3) Quelques minutes après être remonté sur le bateau, et comme vous n'êtes pas déséquipé, le pilote vous demande d'aller décrocher l'ancre coincée à 8 ou 9m.

Expliquez pourquoi vous refusez. (1 point)

Aller décrocher l'ancre dans de telles conditions, revient à faire une plongée consécutive à une profondeur de 32m (profondeur la plus importante des deux plongées) pour une durée de (25'+10') + temps pour décrocher l'ancre.

0.5 point

Il est évident que les paliers vont « exploser ».

0.5 point

### Exercice 25 : (4 points)

1. Un niveau 2 vous voyant planifier une plongée successive en profite pour vous poser une question qui le tracasse :

« Pourquoi, pour un taux d'azote résiduel donné, la majoration en minutes d'une plongée successive diminue avec la profondeur ? »

Que lui répondez-vous ? (Vous définirez la notion de majoration et illustrerez votre propos par un exemple de votre choix) (2 points)

Définition de la notion de majoration : temps fictif qui faudrait passer à la profondeur de la successive pour dissoudre une quantité d'azote égale au taux d'azote résiduel au moment de la ré-immersion. 1 point

Clarté de l'exemple choisi (Tableau 2 – tissus 120 mn)

Pour une ligne donnée (0,99) du Tableau 2, il faudrait passer 38mn à 12m ou 30 mn à 15m ou 24mn à 18m etc. Toute chose étant égale par ailleurs, le même taux d'azote résiduel (0,99) est obtenu en passant moins de temps à une profondeur plus

importante (Henry et facteurs de dissolution). Compte tenu de la définition de la majoration ci-dessus, il est donc logique que, pour un même taux d'azote résiduel (0,99), ce temps fictif diminue avec la profondeur de la successive. 1 point

2. Après une première plongée le matin, vous décidez de replonger l'après-midi. Vous êtes accompagné de 2 plongeurs Niveau 2 qui ont également plongé le matin mais séparément. Vous êtes donc tous les 3 en successive. Le hic est que vous avez tous les trois des protocoles de désaturation différents. Que proposez-vous pour gérer la désaturation de votre plongée successive sachant que pour votre part vous utilisez les MN90 ? Justifiez. (2 points)

- ✓ Dans le briefing pré-plongée, demandez les paramètres de la plongée du matin (profondeurs, durée) à chacun de vos 2 N2 ainsi que les caractéristiques de la déco suivie (temps et durée des paliers) – regarder ce que vos MN 90 auraient donné. 0.5 point
- ✓ Se renseigner sur les différentes procédures de décompression de vos Niv2 : vitesse de remontée (fixe, variable), profondeurs des paliers, modèles sous-jacent (tables, ordi), etc. 0.5 point
- ✓ Planifier la déco de votre successive en fonction de ses paramètres (profondeur, temps) pour chacune des procédures (table et/ou ordinateur avec la fonction diveplan) présentes dans votre palanquée en évitant tout profil inversé – identifier le mode de déco le plus sévère. Attention à l'autonomie en air. 0.5 point
- ✓ En fin de plongée, se caler sur la vitesse de remontée la plus lente (cf b) et suivre la procédure la plus conservatrice une fois dans la zone des paliers. 0.5 point

### Exercice 26 : (5 points)

Deux plongeurs effectuent une plongée de 42 minutes sur une épave posée à 27 mètres. Après 2h45 passées en surface, ils effectuent une plongée sur nouvelle épave. Ils décident de plonger 36 minutes et de ne pas dépasser 22 mètres

1) Pour chaque plongée, indiquer les paliers et la DTR – Identifier le GPS et la majoration à l'issue de la première plongée

#### Plongée 1 :

Palier : 25 min à 3m 0.5 point  
DTR : 28 min 0.5 point  
GPS = K 0.5 point

2h45 en surface : azote résiduel : 1,01

Majoration : 24mn 1 point

#### Plongée 2 :

36+24 = 60mn à 22m

Temps de palier : 20mn de palier à 3m 1 point

DTR : 22 0.5 point

2) Finalement, au cours de la seconde plongée, les plongeurs descendent jusqu'à 26 mètres, mais décident de ne pas recalculer la majoration. Justifier leur décision. Indiquer la profondeur qu'ils doivent utiliser pour calculer leurs paliers

La majoration diminue avec la profondeur de la plongée, donc il est plus pénalisant de ne pas la recalculer mais cela va dans le sens de la sécurité. 0.5 point

La profondeur à considérer est la profondeur réelle de la plongée, soit 28 mètres dans la table. 0.5 point

### Exercice 27 : (5 points)

Vous encadrez un PE40, Éric, pour la plongée du matin.

Immergés à 9h00, vous vous stabilisez à 31 mètres à 9h03. Vous quittez le fond à 9h22 pour remonter le long d'un tombant et arriver à 5 m à 9h25.

1. Quels sont vos paliers et quel sera votre GPS ?

Remontée lente : 25' à 31 m = 25' à 32 m table, soit palier de 6' à 3 m et GPS H 1pt  
3h35 après votre retour surface vous vous immergez pour une 2<sup>ème</sup> plongée à 20 m. Après 12' de plongée Éric fait une mauvaise manipulation sur son gilet et rejoint très rapidement la surface.

2. Conduite à tenir ?

Intervalle surface : 3h35 (3h30 table)

Azote résiduel : 0,91 (0,92 table)

Majoration 20 m : 13'

1 point

Remontée rapide = Retour au minimum à mi-profondeur, soit 10 m dans les 3' max, et y effectuer un palier de 5'

Intégration 3'+5'= 8' dans temps plongée

1 point

3. Paliers ?

Paramètres plongée = 13'+12'+8'= 33' à 20 m (35' table) = pas de palier 1 point

MAIS remontée rapide : 2' palier a minima

1 point

### Exercice 28 : (6 points)

Les tables FFESSM-MN90 sont basées sur quel modèle de calcul de la saturation/désaturation (1 point) ?

Modèle Haldanien

Combien de compartiments sont pris en compte par les tables MN90. (1 point) ?

12 compartiments.

Qu'est-ce que le seuil de sursaturation critique (SC). (1 point) ?

Le SC est la valeur maximale du rapport de sursaturation S (TN2 / Pabs) pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité ; chaque compartiment ayant son propre SC

Donnez la définition :

Gradient de pression : (1 point)

Le gradient de pression est la différence entre la pression de gaz au-dessus du liquide et la tension de gaz dissous dans le liquide ; Gradient = PpN2 - TN2.

1 point

Compartiment : (1 point)

Un compartiment est un ensemble théorique de tissus ayant le même comportement vis-à-vis de la charge (saturation) et la décharge (désaturation) en gaz inerte tel que l'azote

1 point

Période (1 point)

La période est le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression. 1 point

### Exercice 29 : (6 points)

Vous encadrez 2 Niveau 2 pour une plongée sur un tombant de profondeur maximale 39m.

Après avoir atteint 39m, vous vous laissez gagner par la beauté du tombant et au bout de 19 minutes, vous êtes à 18 m de profondeur, vous décidez d'enclencher la remontée.

Quels sont les paliers et le GPS ?

Remontée lente, 40m et 20 minutes

Tables MN90 → 1min à 6 m et 9 min à 3 m, GPS H 1 point

L'après-midi le DP vous confie 2 autres niveau 2 pour une plongée à 26 m. Vous limitez le temps de plongée à 20 min. Il vous impose un intervalle de surface de 3h 40 min. Quels seront vos paramètres de désaturation ?

Intervalle de surface 3h 40 soit 3h 30 entrée dans les tables ,

GPS H donc le taux t'azote résiduel est de 0,91 soit 0,92 dans les tables 1 point

Profondeur 26 m n'existe pas donc on prend la valeur au-dessus 28 m

Majoration pour 0,92 et 28m → 10min 1 point

Donc Profondeur 26m (table 28m) temps de plongée fictif 30 minutes → 6min à 3m

1 point

Finalement vous ne trouvez qu'un fond de 24 m, allez-vous modifier votre désaturation ?

Non je respecte ce qui était prévu 6 min à 3 m 1 point

### Exercice 30 : (6 points)

#### 1<sup>ère</sup> plongée (2 points) :

10h23 : Vous vous immergez avec 3 niveaux 2 en exploration dans l'espace lointain à une profondeur de 41m. Au bout de 13 minutes, vous signalez la fin de la plongée et entamez la remontée.

a) Donnez les paliers à effectuer

Palier de 5mn à 3m. GPS=G 0.5 point

Pendant la remontée, vous avez le très bon réflexe de regarder les instruments des uns et des autres et constatez que l'un d'entre eux a glissé à 42,3 m.

b) Doit-on changer les paliers ?

Oui, car la nouvelle profondeur d'entrée dans la table est 45m.

Si oui, indiquez-les et donnez l'heure de sortie.

1mn à 6m et 6mn à 3m

10h23 + 13 mn + 1mn + 6 mn + 4mn (DTR) = 10h47

GPS=H 1.5 points

#### 2<sup>ème</sup> plongée (4 points) :

14h31 : vous repartez avec vos niveaux 2 explorer des grottes. La profondeur maximum est de 24m.

a) Combien de temps pouvez-vous rester en ayant un maximum de 10 minutes de palier à faire ?

Le temps maximum pour avoir 10mn de palier est 40mn de plongée

Intervalle I=14h31 – 10h47 = 3h44

TN2=0,91

Tableau 2 : on prend 0,92 et 25m. M=11mn

Durée maximum de la plongée = 40mn-11mn= 29mn 1 point

A 14h53, un problème de SGS survient à l'un de vos niveaux 2 et une remontée extrêmement rapide a lieu. Il se passe 3 minutes entre le moment où vous entamez la remontée rapide et le moment où vous arrivez au 1<sup>er</sup> palier.

b) Donner les paliers, le GPS et l'heure de sortie

Durée réelle avant incident = 22mn

Durée pour table :

D=22mn+3mn+5mn (palier mi-prof) +11mn (majo) =41mn

Paliers : 16mn à 3m. GPS=J.

HS=14h53 + 3mn + 5mn + 16mn + 2mn (DTR)=15h19 2 points

c) Quel a été la conséquence exprimée en minutes de palier du glissement de votre élève du matin ?

Le passage du GPS de G à H a augmenté la majoration de 3mn.  
Cela aurait permis de rentrer dans la table avec un temps de 40mn et nous aurions gagné 6 minutes de palier. 1 point

## THEME OBLIGATOIRE / Identification et localisation d'un ADD

### Exercice 31 : (3points)

Après une plongée de 35 minutes à 40 m, et dès la sortie de l'eau, un des membres de votre palanquée se plaint de fourmillements dans les jambes. Il a des difficultés à se maintenir debout et ressent une vive douleur dans le bas du dos.

1) Que suspectez-vous ? (0,25 point)

Il s'agit d'un accident de désaturation.

2) Comment réagissez-vous ? Préciser la conduite à tenir en termes de procédure de secours (2,75 points)

Prévenir le DP 0.25 point

Mise sous O2 (15L/min) 1 point mais 0 à cette question si O2 non cité

Donner l'alerte – VHF canal 16 0.5 point

Proposer de l'eau 0.5 point

Isoler du froid et de l'humidité - couverture de survie 0.25 point

Surveiller le reste de la palanquée 0.25 point

### Exercice 32 : (4 points)

Vingt minutes après la sortie d'une plongée à 40 m, un plongeur de votre palanquée est conscient, mais il n'arrive plus à se tenir debout et ressent des fourmillements dans les jambes.

1) Quel accident soupçonnez-vous ? (1point)

Un ADD (médullaire –cette précision n'est pas exigée)

2) Quelle est la conduite à tenir ? (1 point)

Administration d'O2 (15 l / min)

Eau.

Prévenir DP et alerter les secours par VHF

Information et surveillance des autres membres de la palanquée

Relevé de l'ensemble des paramètres pour la fiche d'évacuation

Rappel des autres palanquées.

Si oubli de l'O2 : 0 à la question.

3) Au bout de 15 minutes de traitement, le plongeur accidenté n'éprouve plus de symptômes et souhaite arrêter le traitement. Que devez-vous faire et pourquoi ? (2 points)

Toujours continuer la prise en charge entamée : poursuivre l'administration d'O2 et maintien de la demande des secours. 1 point

L'objectif de la mise sous O2 est d'améliorer l'état de la victime, l'opération de secours va dans le bon, il faut continuer dans cette direction jusqu'à la prise en charge par le médecin. Si non l'état peut régresser. 1 point

### Exercice 33 : (4 points)

Un plongeur de votre palanquée de retour à bord, reste prostré à l'arrière du bateau. Il a déjà plongé ce matin à 38 m, et cet après-midi, vous êtes descendus à 40 m à nouveau. Lors de cette deuxième plongée, une forte houle et un courant important ont perturbé les paliers.

1) Quel accident suspectez-vous ?

Accident de désaturation 1 point

2) Quelles erreurs éventuelles ont été commises ?

Profil inversé - Deuxième plongée plus profonde et avec paliers. 1 point

3) Quels conseils pourriez-vous prodiguer pour éviter ce type d'accident ?

Augmenter l'intervalle surface entre les deux plongées

Eviter profils inversés en plongées successives

Réaliser la seconde plongée dans l'espace médian/courbe de sécurité si les conditions météo sont difficiles

Annuler la seconde plongée si la première déjà bien engagée et conditions difficiles  
Etc. 2 points (4 \* 0.5 point)

### Exercice 34 : (4 points)

Au retour d'une plongée sur une épave à 40m où vous avez eu des paliers obligatoires, un plongeur que vous avez encadré se plaint de fourmillement dans les jambes et d'une douleur aiguë entre les omoplates.

a) Que suspectez-vous ? (2point)

- Un accident de désaturation
- b) Expliquez la conduite à tenir ? (2 points)
  - Alerter (DP si sur bateau et CROSS)
  - O2 100% débit 15 l/mn
  - Hydrater 1 litre eau ou eau sucrée
  - Réchauffer
  - Assistance psychologique
  - Eviter tout sur accident (arrimage des matériels)
  - Demander ordi et donner paramètres
  - Rappel des palanquées

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

0.25 point/rép. max 2 points MAIS 0 si absence d'O2

### Exercice 35 : (4 points)

A l'issue d'une plongée sur un tombant à 40m, une palanquée encadrée, avec 2 plongeurs PE40 confirmés, et ayant réalisé une DTR de 10minutes, l'un des plongeurs se plaint de vertiges et de fourmillements dans les jambes.

a) De quel type d'accident de plongée relèvent ces symptômes ? Quel comportement doit être adopté envers ce plongeur ? Envers le 2eme plongeur ?

Accident de désaturation

Mettre le plongeur au calme et le couvrir pour éviter l'hypothermie

Prévenir immédiatement le DP

Mettre sous oxygène le plongeur

Donne de l'eau au plongeur pour qu'il se réhydrate

Contactez les secours et mettez en œuvre le plan d'évacuation

Mettre sous surveillance le deuxième plongeur et soi-même

Récupérer l'ensemble des ordinateurs de la palanquée et les paramètres

0.5 point/actions 1,5 point max

0 si pas mise sous oxygène

b) Quelles sont d'après vous, les causes possibles et les facteurs favorisants de cette situation ?

- Mauvaise hydratation
- Fatigue/Mauvaise condition physique
- Age du plongeur
- Consommation d'alcool
- Effort pendant et après la plongée
- Manque de pratique de la plongée avec décompression
- Profil de plongée anormale

0 si seulement 2 facteurs

1 point si 3 facteurs

1.5 point si plus de 3 facteurs

c) Quelle prévention pourriez-vous mettre en place, pour limiter un maximum les risques liés à ce type d'accident ?

Prendre connaissance de l'âge et de fatigue du plongeur, de sa pratique régulière ou non, de la plongée avec décompression.

Bien rappeler aux plongeurs de boire avant et après la plongée.

Limiter les efforts lors de phases critiques comme la remontée sur le bateau

Limiter les paramètres de plonger et les paliers

Plonger dans la courbe de sécurité

1 point,

mais 0,5 point si le candidat ne parle pas de bien boire et de limiter les efforts

### Exercice 36 : (4 points)

Vous encadrez une palanquée de N2 à 40m. Après être sorti de l'eau, un des N2 vous confie sur le bateau que sa combinaison le démange. Il a des fourmillements et des picotements aux jambes. Quelques minutes plus tard vous le voyez assis dans un coin, l'air déprimé. Il vous avoue être épuisé et ne plus pouvoir bouger ses jambes.

1) Que soupçonnez-vous ? (1 point)

Probablement un accident de désaturation

2) Que faites-vous par ordre de priorité ? (1 point)

Mise sous oxygène (débit 15l/min). Prévenir le DP, participer à mise en place de la chaîne des secours : donner de l'eau, finir de déséquiper, allonger, couvrir avec la couverture isothermique, recueillir les paramètres de plongée et ordi de la palanquée, remplir la fiche d'évacuation, surveiller et s'occuper des autres plongeurs.

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

**Attention : si la mise sous oxygène n'est pas indiquée uniquement 50% des points sur l'ensemble de l'exercice même si le reste est correct.**

3) Vous n'êtes pas qualifié pour faire un diagnostic mais l'autre N2 vous demande une explication. Décrivez ce qui a dû se passer. (1 point)

Explication : formation systématique de bulles en plongée compte-tenu de la respiration de gaz interne (N2 en plongée air) sous pression, certaines de ces bulles peuvent devenir pathogènes et être l'origine d'une maladie de décompression avec des conséquences plus ou moins graves en fonction de l'endroit où cette bulle pathogène, non éliminée par le filtre pulmonaire, reste bloquée

4) D'autres N2 vous demandent un conseil pour éviter cet accident. Que leur dites-vous ? (1 point)

Respecter les procédures de décompression. Faire les paliers stabilisés à la bonne profondeur. Pensez que la remontée de 3m à la surface fait partie de la décompression et doit être très lente (6 m/min)

Toujours informer le DP et son GP si quelque chose d'inhabituel

### Exercice 37 : (5 points)

Au retour d'une plongée sur une épave à 40m où vous avez eu des paliers obligatoires, un plongeur que vous avez encadré se plaint de fourmillement dans les jambes, de difficulté à marcher et d'une douleur aiguë en bas de la colonne vertébrale.

a) Que suspectez-vous ? (0.5 point)

Un ADD (médullaire – précision pas demandée)

b) Expliquez la conduite à tenir ? (2 points)

- Alerter les secours
- **O2 100% débit 15 l/mn**
- Hydrater
- Réchauffer
- Assistance psychologique
- Eviter tout sur accident (arrimage des matériels)
- Demander ordi et donner paramètres
- Rappel des palanquées
- Noter les paramètres
- Surveiller le reste de la palanquée
- Remplir la fiche d'évacuation

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

(0.25pt/réponse juste / max 2pts - 0 si absence d'O2 et/ou débit O2)

c) Citez des moyens de prévention des ADD juste avant, pendant et juste après la plongée ? (2.5 points)

- Connaître les moyens de décompression.
- Respecter les indications des moyens de décompression.
- Respecter les Vitesses de remontée.
- Pas d'effort pendant et après la plongée.
- Pas d'apnée après la plongée.
- S'hydrater avant et après la plongée.
- Se réchauffer après la plongée + équipement adapté à la température.
- Etre reposer avant la plongée (la veille et les jours précédents)
- Eviter le stress (psychologie et physique).
- Limiter la profondeur.
- Limiter le temp d'immersion ou rester dans la courbe de sécurité.
- Proposer de plonger au nitrox si qualifications avec réglage air sur ordi.

(0.25 point/ réponse juste / max 2.5 points)

### Exercice 38 : (5 points)

Au retour d'une plongée sur une épave à 40m où vous avez eu des paliers obligatoires, un plongeur que vous avez encadré se plaint de fourmillement dans les

jambes, de difficulté à marcher et d'une douleur aiguë en bas de la colonne vertébrale.

d) Que suspectez-vous ? (0.5 point)

**Un accident de désaturation (médullaire)**

e) Expliquez la conduite à tenir ? (2 points)

- **Alerter les secours**
- **O2 100% débit 15 l/mn**
- **Hydrater**
- **Réchauffer**
- **Assistance psychologique**
- **Eviter tout sur accident (arrimage des matériels)**
- **Demander ordi et donner paramètres**
- **Rappel des palanquées**
- **Noter les paramètres**
- **Surveiller le reste de la palanquée**
- **Remplir la fiche d'évacuation**

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

.....: 0.25pt/réponse juste / max 2pts - 0 si absence d'O2 et/ou débit O2

f) Citez des moyens de prévention des ADD juste avant, pendant et juste après la plongée ? (2.5 points)

- **Connaitre les moyens de décompression.**
- **Respecter les indications des moyens de décompression.**
- **Respecter les vitesses de remontée.**
- **Pas d'effort pendant et après la plongée.**
- **Pas d'apnée après la plongée.**
- **S'hydrater avant et après la plongée.**
- **Se réchauffer après la plongée + équipement adapté à la température.**
- **Être reposé avant la plongée (la veille et les jours précédents)**
- **Eviter le stress (psychologie et physique).**
- **Limiter la profondeur.**
- **Limiter le temp d'immersion ou rester dans la courbe de sécurité.**
- **Proposer de plonger au nitrox si qualifications avec réglage air sur ordi.**

0.25 point/ réponse juste / max 2.5 points

### **Exercice 39 : (5 points)**

C'est la troisième plongée du WE, la mer est belle. Vous devez encadrer 2 N2 confirmés en deuxième rotation.

Au moment de partir une palanquée de N3 remonte sur le bateau en ronchonnant ; un des plongeurs trouve que le bateau est particulièrement instable.

Au retour de votre plongée, la situation ne s'est pas améliorée, vous retrouvez ce plongeur se plaignant de nausées, incapable de se tenir debout en raison de vertiges. A quoi pensez-vous ?

**A un accident de désaturation neurologique, de type vestibulaire, vertiges, nausées ne s'améliorant pas avec une mer calme, 3ième plongée du WE** 1 point

Quelle va être la prise en charge ?

- **Alerter le DP**
- **Mettre sous oxygène (15 L / min masque haute concentration)**
- **Faire boire, proposer de l'eau douce**

- Récupérer les paramètres de plongée et remplir la fiche de sécurité pour alerter le CROSS et lui donner les bonnes informations
- Mettre le plongeur au calme et surveiller son binôme
- Rappeler les palanquées restantes pour organiser le retour en fonction des directives du CROSS
- Noter l'évolution des symptômes sur la fiche de sécurité

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

0,25 point par item renseigné, max de 2 points  
**mais 0 à la question si oubli de l'oxygène**

Pendant ce temps son binôme de plongée ressort le profil de la plongée qui a été effectuée



Ce profil vous conforte-t-il dans votre réaction, si oui pourquoi ?

Oui :

- Le profil de remontée est chaotique avec une succession de remontées et de redescentes qui s'apparentent à des yoyos
- Pendant la remontée aux paliers la vitesse est rapide
- La tenue de palier n'est pas stable, trop de variations
- La remontée en surface de 6 m est explosive et dangereuse

0,5 point par item, max de 2 points)

#### Exercice 40 : (6 points)

Un GP encadre une palanquée de P2 lors d'un WE « épaves » (4 plongées dans la zone des 40m). Ces plongées sont effectuées à partir d'un pneumatique. Après être remonté tout équipé et avec effort sur le bateau suite à la dernière plongée du WE (20' à 39m avec paliers effectués conformément à ce qu'indique leurs ordinateurs), l'un des plongeurs P2 (55 ans et en condition physique médiocre) se plaint tout d'abord de maux de tête, puis est pris de vomissements.

Le DP rappelle les palanquées puis rentre au port en 1/2h. Arrivé à quai, le plongeur malade est pris de vertiges.

Le DP appelle le CROSS qui décide une évacuation.

Lorsque vous demandez des nouvelles en fin de soirée, l'hôpital vous indique qu'il est nécessaire que le plongeur subisse des séances de caisson et qu'un FOP a été diagnostiqué.

– Quel accident est suspecté ?

**ADD de l'oreille interne (2 points)**

- Expliquez le phénomène sur le plan anatomique et physiologique  
Suite à une série de plongées saturantes, un effort en fin de plongée (probablement la remontée sur le pneumatique) a généré une surpression thoracique entraînant l'ouverture du Foramen Ovale (agile) entre les deux oreillettes. Ce shunt a entraîné le passage de sang chargé en bulles d'azote de la petite vers la grande circulation. Certaines de ces bulles sont remontées via la carotide et ont créé une perturbation de l'irrigation sanguine des canaux semi circulaires - organes de l'oreille interne facteurs de la gestion de l'équilibre. (2 points)
- Quelles attitudes préventives le GP doit-il mettre en œuvre pour limiter au maximum des risques d'un tel accident ?
  - a) Si les plongeurs ne sont pas en excellente forme physique, limiter le nombre de plongées très saturantes durant un WE et proposer éventuellement une plongée à faible profondeur l'après-midi.
  - b) Si un plongeur est manifestement en méforme physique, dans ce cas de figure, lui proposer de ne pas effectuer la plongée de l'après-midi.
  - c) Lors de la remontée sur le bateau (notamment en cas de bateau gonflable), bien veiller à ce que la remontée sur le bateau se fasse déséquiper.
  - d) Conseiller aux plongeurs de remonter lentement sur le bateau sans inspirer fortement et en vidant les poumons

0,5 point par attitude proposée avec un max de 2 points

#### Exercice 41 : (6 points)

Vous encadrez une palanquée de PE40 à 35 m. Après être sortie de l'eau, sur le bateau, lors du debriefing un des plongeurs se plaint de fourmillements au niveau des jambes. Il doit s'asseoir, il a le teint blême, il est épuisé et vous dit ne plus pouvoir bouger ses jambes.

1. A quel type d'accident pensez-vous ?

Un accident de désaturation

1 point

2. Que faites-vous ?

- Je préviens le DP, et aide celui-ci dans les différentes tâches de la mise en place des secours :
- Appel du CROSS
- Donner de l'eau à la victime,, finir de la déséquiper, l'allonger, la couvrir avec la couverture isothermique,
- Mettre sous O2 le plus rapidement possible.
- Recueillir les paramètres de plongée et les ordinateurs de la palanquée, remplir la fiche d'évacuation, éventuellement s'occuper des autres plongeurs.

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

2 points mais 0 si l'O2 n'est pas cité

3. L'autre plongeur vous demande une explication. Décrivez ce qui a dû se passer.

Explication : Lors d'une plongée, il y a formation systématique de bulles d'azote, certaines pouvant devenir pathogènes. Dans notre cas des bulles ont pu comprimer un nerf, ou rester bloquées dans les veines arrêtant ou diminuant la circulation sanguine conduisant à un accident de décompression

1 point

4. D'autres plongeurs vous demandent des conseils pour éviter cet accident. Que leur dites-vous ?

Conseils aux plongeurs : Il est important de :

- Respecter les procédures de décompression.
- Faire les paliers en restant stabilisé à la bonne profondeur.

- Bien respecter une vitesse de remontée lente entre le palier 3m et la surface (cela fait partie de la décompression).
- Toujours informer le DP et son GP si quelque chose d'inhabituelle se passe.  
0,5 par rép juste, 2 points max

### Exercice 42 : (6 points)

Après une plongée d'une vingtaine de minutes dans la zone des 40m, un plongeur se plaint de vertiges sur le bateau. Quelles sont vos réactions ? (2,75 points)

- Questionnement 0.25 point
- Oxygénothérapie 15L/min 0.5 point
- Hydratation 0.5 point
- Mise au repos - PLS - 0.5 point
- Appel des secours 0.5 point
- Surveiller et faciliter l'évacuation 0.5 point

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

**Nb si pas d'O2 : 0 à cette partie de la question**

A partir de vos connaissances en anatomie/physiologie, expliquez le mécanisme de cet accident. (1,25 points)

- Lié à l'existence d'un FOP ou d'un shunt pulmonaire 0.5 point
- Passage de bulles dans la circulation artérielle 0.25 point
- Les bulles peuvent aller se bloquer dans l'oreille interne qui a une circulation de type terminal 0.25 point
- Lors des efforts à glotte fermée (remontée à l'échelle sans expirer par exemple) l'augmentation de la pression thoracique empêche l'évacuation des bulles par le filtre pulmonaire 0.25 point

En tant que DP, quelle prévention mettez-vous en œuvre pour éviter ce type d'accident ? (2 points)

Insister sur les points suivants lors du briefing :

- Pas de Valsalva à la remontée 0.5 point
- Pas de toux 0.5 point
- Pas de plongée yoyo 0.5 point
- Pas d'effort glotte fermée : lors de la remontée à l'échelle sur le bateau, gardez le détendeur en bouche, gonfler le gilet et expirer quand vous passez d'un barreau à l'autre 0.5 point

### Exercice 43 : (6 points)

GP, vous encadrez un PE40 sur une plongée à 40m en lac. Vous plongez à l'ordinateur. Expliquez synthétiquement sur le plan physiologique en quoi cette plongée est saturante.

La profondeur, le froid et la turbidité de l'eau de cette plongée sont des facteurs pouvant générer un refroidissement, effort, essoufflement, stress. Ils favorisent l'augmentation du travail cardiaque et donc du débit cardiaque et de son corollaire la consommation d'air favorisant l'accumulation excessive d'azote dans les tissus et donc de la saturation en azote. 0.5 point

Citez les mesures de prévention de l'ADD que vous allez mettre en œuvre avant et pendant la plongée et les conseils que vous allez donner à votre PE40 après la plongée ?

**Avant la plongée :** 3.5 points

- Planifier la plongée en utilisant le mode Plan des 2 ordinateurs,
  - Vérifier l'équipement (froid) et le lestage (effort, essoufflement)
  - Vérifier le modèle de désaturation de son ordinateur et de sa connaissance chez le PE40 : paliers facultatifs (profonds, de principe), mode Plan, vitesse de remontée (1pt)
  - Repérer s'il y a des facteurs de risques individuels chez le PE40,
    - ✓ Méforme physique et psychologique : fatigue, manque de sommeil, stress...
    - ✓ Mauvaise hygiène de vie : fumeur, alcool (déshydrate), nourriture trop riche.
    - ✓ Âge,
    - ✓ Surpoids,
    - ✓ Manque de pratique
- Si vous ou lui cumulez 2 voire plus de facteurs de risque alors limiter la profondeur à 20m et le temps de plongée. Utiliser du Nitrox si possible et/ou accroître les paliers en utilisant le mode « personnalisation » tout en limitant le nombre de plongées à une par jour.
- Adapter les paramètres de la plongée en fonction de ceux donnés par le DP en définissant la DTR, la pression de décollage fond en considérant la consommation en air de chacun
  - Rappeler les consignes : rester groupés, au même niveau que le GP, respecter la vitesse de remontée la plus lente, pas de valsalva à la remontée ou au palier, etc.
  - Inciter le PE40 à s'hydrater avant et la plongée avec vous.
  - Convenir de signes de communication pour DTR, paliers etc.

#### **Pendant la plongée**

1 point

- Repérer les facteurs de risque pour le PE40 en immersion : refroidissement, effort, essoufflement, stress.
- Eviter les profils à risque : plongées yoyo, en dents de scie, etc.
- Adapter les paramètres si besoin : temps, profondeur, palier de principe
- Surveiller régulièrement la consommation et soyez attentif à la phase de désaturation : DTR, vitesse de remontée, palier.

#### **Après la plongée**

1 point

- S'hydrater après la plongée
- Pas d'effort pendant au moins 3h
- Pas d'apnée 6h
- Ne pas prendre d'avion ou monter en altitude avant que l'ordinateur ne le signale
- Alerter si troubles inhabituels dans les 24h après la plongée,

#### **Exercice 44 : (7 points) : Un accident en plongée**

A l'issue de sa remontée à l'échelle du bateau, un des plongeurs que vous avez encadré vous signale une forte douleur au niveau du dos, puis une perte de sensations et une paralysie au niveau des jambes.

A) A quel type de problème pensez-vous ? (0.5point)

Un accident de désaturation.

B) Quelle sera votre conduite ? (2 points)

- Administrer de l'O<sub>2</sub> pur au débit maximum (15 l/mn) le plus tôt possible.
- Appeler les secours pour évacuer le plongeur.
- Hydrater le plongeur s'il est conscient.
- S'assurer de l'état des autres membres de la palanquée.
- Remplir la fiche d'évacuation

**NB : Aspirine ne doit plus être administrée**

C) Expliquez le mécanisme du problème présenté par ce plongeur. (0.5 point)  
Suspicion d'ADD de type médullaire dû à la présence de bulle(s) pathogène(s) dans la moelle épinière

D) Quels sont les comportements qui permettent de limiter les risques d'apparitions de ces problèmes aux différents temps de la plongée : avant, pendant et après ? (4 points?)

**• Avant la plongée (1 point)**

Adapter les paramètres prévus à son état physique et psychologique.

Planifier sa plongée et en particulier sa consommation.

Bien s'hydrater.

Bien se couvrir pour ne pas avoir froid.

Ne pas consommer d'alcool.

**• Pendant la plongée (2 points)**

Limiter les profondeurs de plongée et les durées de paliers.

Respecter les procédures de décompression (vitesse de remontée, paliers...).

Pas d'effort pendant la plongée.

Pas de YO-YO, ni de profil inversé.

Bien gérer sa consommation pour être en mesure d'assurer ses paliers.

Ventiler normalement au palier.

Pas de Valsalva à la remontée.

Équipement adapté à la température de l'eau.

**• Après la plongée (1 point)**

Pas d'effort, de sport.

Boire de l'eau.

Pas d'apnée (pendant au moins 6h).

Pas d'avion pendant 12 à 24h (ou consignes de l'ordinateur).

Pas de montée en altitude pendant 6 à 12h (ou consignes de l'ordinateur).

Ne pas faire plus de 2 plongées par jour et pas plus de 5 jours d'affilée.

Éviter les intervalles de surface courts avant de replonger

**Exercice 45 : (7 points)**

Sortie club d'une semaine à Belle Île en Mer, à raison de 2 plongées par jour. Mer formée, eau à 10°C, visibilité réduite, le vent accentue le froid. Le 4<sup>ème</sup> jour un plongeur de retour de sa 2<sup>ème</sup> plongée a du mal à se déséquiper, ayant du mal à garder son équilibre sur le pont du bateau. Il finit par s'accouder au bastingage et est pris de vomissements.

1. Y a-t-il matière à se préoccuper de ce plongeur ?

C'est le 4<sup>ème</sup> jour, ce qui a permis d'identifier les personnes sujettes au mal de mer

Oui, en vertu du principe de précaution et de l'obligation de moyen du DP 0,5pt

2. Quelles pourraient être les causes de ces difficultés d'équilibre et de ces vomissements ?

Tangage et roulis du bateau / Mal de mer

Barotraumatisme de l'oreille interne

0.5 point

Accident de désaturation de l'oreille interne

0.5 point

3. Quels éléments vous permettraient de les distinguer ?

**Mal de mer** : pas d'autres symptômes que les nausées + vomissements potentiels

**Barotraumatisme de l'oreille interne** :

Plutôt à la descente, Valsalva à la remontée

0.5 point

Commun avec l'ADD : acouphènes, surdité +/- importante, vertiges, nausées et vomissements qui persisteront à terre

0.5 point

**ADD :**

- Persistance des vertiges à terre 0.5 point
- Persistance des nausées avec ou sans vomissements à terre 0.5 point
- Difficulté à la marche, déviation côté atteint
- Secousses des yeux à l'horizontale (absent dans le mal de mer) 0.5 point
- Fatigue importante (quoique les conditions soient difficiles depuis 4 jours, peu différenciant)
- Somnolence potentielle (même remarque que ci-dessus)
- Surdité, acouphènes potentiels

4. Conduite à tenir ?

**Prise en charge et évacuation** 0,5 point

Regrouper la palanquée  
Questionner (Cf. RIFAP)

**Appel secours + O2** 15l/mn jusqu'à l'arriv e des secours 0,5 point

Pas d'eau si vomissements

5. Quels moyens de prévention auraient pu être envisagés ?

Limiter les efforts, le stress, l'exposition au froid par : 0,5 point

- ✓ La limitation du nombre, de la profondeur et de la durée des plongées
- ✓ Un équipement adapté
- ✓ Un lestage adapté
- ✓ Sites à l'abri du courant et de la houle

Pas de profil à risque : yo-yo, profil inversé, successives rapproch es (<4h compte-tenu de la question 1 de cette épreuve) 0,5 point

Respecter les vitesses de remontée, la tenue des paliers (attention paliers en mer form e (yo-yo   proximité surface). 0,5 point

Pas de Valsalva à la remontée (FOP + baro) et expiration à la mont e de l'échelle au retour bateau (FOP) 0,5 point

Pas d'effort dans les 2h après la plongée

Boire de l'eau avant et dès la sortie de plongée

**NB - Si pas de mise sous O2 mettre 0 à l'ensemble de l'exercice**

THEME OBLIGATOIRE / Etude d'une situation concrète

**Exercice 46 : 3 points**

Vous plongez sur une épave   40 mètres avec un plongeur PE 40. Au bout de 20 minutes, vous signalez la fin de plongée. Les ordinateurs indiquent :



Quelles sont les procédures proposées par les deux appareils (profondeur et durée des paliers) ? (1 point)

Un palier profond de 2 minutes à 16 mètres (DTR 9 min)

Un palier à 6 mètres (DTR 11 min).

Que décidez-vous de faire ? (1 point)

Le palier profond n'est pas recommandé en plongée à l'air. Comme il est optionnel (pas de blocage de l'ordi), nous pouvons décider de ne pas le faire en informant le plongeur (PE40) lors du briefing

Proposez une solution pour anticiper ce type de situation. (1 point)

Le guide de palanquée doit, en amont, interroger les plongeurs qu'il accompagne sur les réglages particuliers des différents ordinateurs notamment pour identifier et distinguer les paliers obligatoires et ceux facultatifs. Une stratégie peut alors être décidée en commun.

### Exercice 47 : (3 points)

Vous prenez en charge une palanquée composée de 3 personnes. Chacun a plongé le matin même, mais sur des sites différents.

En tant que guide de palanquée, quelles précautions allez-vous prendre et comment allez-vous gérer votre plongée (profil et décompression) ?

-Se renseigner sur la plongée effectuée le matin pour chacun (profondeur, durée, paliers, particularités). 0,5 point

-Etablir la planification de la plongée pour chacun des plongeurs 0,5 point

-Prendre en considération la planification la plus pénalisante. 0,5 point

Précautions :

Se renseigner sur les ordinateurs proposant des paliers profonds et décider de ne pas les effectuer 0,5 point

Paramètres de plongée : moins profond que le matin, 0,5 point

Eviter les paliers obligatoires. 0,5 point

### Exercice 48 : (4 points)

Vous prenez en charge une palanquée composée de 2 personnes ayant plongé le matin avec des profils de temps et de profondeurs différents. En tant que guide de palanquée, quelle(s) précaution(s) allez-vous prendre en termes de décompression ?

Je prends connaissance des paramètres effectués et des éléments de la plongée du matin auprès de mes 2 plongeurs et je calcule en fonction des différents intervalles surface et des paramètres de chaque plongée précédente la majoration la plus pénalisante. 2 points

Je planifie la deuxième plongée en fonction de cette majoration, soit par mon ordinateur (s'il est capable de le calculer) soit par les MN90. 1 point

Dans l'eau, j'effectue de préférence une plongée sans paliers en surveillant les appareils de mes plongeurs. 1 point

### Exercice 49 : (4 points)

Vous êtes guide de palanquée, en phase de remontée d'une plongée à l'air à 39m. L'ordinateur de l'un des membres de la palanquée, un CRESSI Leonardo, se met à beeper et présente l'écran suivant :



1. Comment réagissez-vous ?

Il s'agit d'une proposition de palier profond, optionnelle et paramétrable sur cet ordinateur. Je fais signe à la palanquée de poursuivre la remontée 0.5 point

2. Qu'avez-vous oublié dans votre planification de plongée ?

J'aurais dû mieux préparer la plongée en tenant compte des caractéristiques spécifiques à chaque ordinateur de la palanquée :

- ✓ Demander si leurs ordinateurs prévoient des paliers profonds 0.5 point
- ✓ Indiquer qu'ils sont inutiles en plongée à l'air, réservés aux mélanges (He)
- ✓ Demander s'ils sont paramétrables :
  - Oui : les désactiver 0.5 point
  - Non : alarme à ignorer à la remontée 0.5 point

Cet ordinateur est conçu pour demander un palier dit « de sécurité » de 3' à 3m.

C'est un palier de principe, sans lien avec le calcul de décompression qui peut générer ou non des paliers, selon que l'on reste ou que l'on sorte de la courbe de sécurité 0.5 point

Ce palier est optionnel et ne peut être paramétré dans cet ordinateur

J'indique à la palanquée que nous ferons ce palier, même si les ordinateurs n'en indiquent pas, ou que nous l'ignorons et cela en fonction des conditions de plongée et de l'optimisation de la sécurité : 1 point

- ✓ Vent, houle, courant, mer formée, froid : ignorer
- ✓ Bonnes conditions météo en surface et dans l'eau, réserve d'air : pourquoi pas, pour prolonger la phase de décompression avant le retour surface

Dans ce cas précis, si je n'ai pas pris en compte les différentes configurations d'ordinateurs de la palanquée en planification au regard de la gestion de la phase de décompression, je m'adapte en fonction des conditions : je fais signe aux plongeurs de rester stabilisés à 3 m pendant 3', ou je fais le signe « fin de plongée » et leur demande de remonter lentement en surface en restant à ma profondeur (6m') 0.5 point

### Exercice 50 : (4 points)

Voici 4 prises de vue de 4 ordinateurs différents lors de 4 plongées différentes. Donnez à chaque prise de vue les informations que vous allez exploiter en tant que GP ?



- Profondeur 33.6 m. PE40
- Il reste 3 minutes avant palier obligatoire.
- Il y a un palier profond à 15 m.
- Eau chaude : 23 ° C.
- Temps d'immersion 18 mn

0.25 point/réponse – max 1 point



- Profondeur 6.4 m.
- Nous sommes au palier : 2 mn à 6 m
- Profondeur max 38.9 m. PE40
- DTR : 7 mn (ASC)

- Eau chaude : 25° C.
- Temps d'immersion : 41 mn

0.25 point/réponse – max 1 point

<b>Galileo</b>		
DEPH	DIVE TIME	CNSO2
<b>38.5<sub>m</sub></b>	<b>12</b>	<b>3%</b>
		TEMP
		<b>22° C</b>
LEVEL STOP	TAT	
<b>3<sub>m</sub></b>	<b>1:</b>	<b>5:</b>
O2	BAR+	
<b>21%</b>	<b>144</b>	

- Profondeur 38.5 m
- Palier 1 mn à 3 m
- Temps d'immersion : 12 mn.
- Pression 144 bars.
- Eau chaude : 22°C.
- Mélange air
- Cns clock 3%

0.25 point/réponse – max 1.25 points

<b>Galileo</b>		
DEPH	DIVE TIME	
<b>37.3<sub>m</sub></b>	<b>17</b>	TEMP
		<b>15° C</b>
LEVEL + DECO STOP	TAT	
<b>3<sub>m</sub></b>	<b>2:</b>	<b>5:</b>
		MAX
		<b>37.4<sub>m</sub></b>
	BAR+	RBT
	<b>118</b>	<b>8:</b>

- Profondeur 37.3 m.
- 2 mn de palier à 3 m.
- DTR : 5 mn (TAT).
- Eau froide : 15° C.
- Temps d'immersion : 17 mn.
- Profondeur max 37.4m

- Pression 118 bars
- Réelle autonomie restante (RBT) 8 mn      0.25 point/réponse – max 1.5 points

### Exercice 51 : (5 points)

Tu t'immerges avec ta palanquée pour plonger à 37m le long d'un superbe tombant plein de vie.

Au bout de 17 minutes à profiter d'un somptueux spectacle, tu décides qu'il est temps d'entamer la remontée.

A) Quelle sera la durée des paliers et leur profondeur ? (1 point)

Pour une plongée de 17 minutes à 37 m (prendre 20 minutes à 38 m dans les tables), il y a 8 minutes de paliers à faire à 3m.

B) Finalement, tout ne se passe pas tout à fait comme prévu.

Lors de la remontée tu croises une langouste puis un congre que tu ne peux t'empêcher d'observer et de montrer. Vous vous retrouvez à la profondeur de 23m lorsqu'un des plongeurs de ta palanquée te signale qu'il est sur réserve. Tu regardes ton ordinateur qui t'indique un temps de plongée de 23 minutes. Que fais-tu ?

- J'entame vraiment ma remontée ce que j'aurais sans doute dû faire depuis le début.      1 point

- Il s'agit d'une remontée lente, les paliers seront de 1 minute à 6 m et de 16 minutes à 3 m      1 point

C) Que penses-tu de cette situation ?

- Un des plongeurs se retrouve à devoir passer 20 minutes dans l'eau avec 50 bars dans le bloc, ce qui n'est pas prudent      1 point

- J'aurais dû mieux contrôler leur stock d'air et réaliser qu'en décidant de remonter lentement le long du tombant les paliers allaient nécessairement augmenter. C'est une situation qu'il aurait fallu prévoir avant de partir plonger.      1 point

### Exercice 52 : (5 points)

Vous encadrez 3 PE40 sur une plongée carrée à 40 m dont chacun utilise un ordinateur différent :

- Anne utilise un ordinateur avec algorithme RGBM qui propose des paliers profonds.
- Marc porte un ordinateur avec algorithme Bühlmann à vitesse de remontée variable.
- Thierry qui utilise et maîtrise un ordinateur que vous ne connaissez pas.

Lors de votre briefing :

a) Que conseillez-vous à Anne concernant son ordinateur ? (1 point)

- Il est possible et préférable de ne pas faire les paliers profonds pour s'harmoniser avec la palanquée.
- Les paliers profonds ne sont pas obligatoires et vont augmenter la saturation en azote de la palanquée et augmenter la durée de paliers des autres plongeurs. Leurs algorithmes ne sont peut-être pas prévus pour un arrêt en profondeur ce qui peut donner des informations de décompression aléatoires.      0.5 point/conseil, max 1 point

g) Que dites-vous au briefing à propos de Marc ? (1 point)

- Il doit respecter la vitesse de son moyen de décompression.
- Sa vitesse de remontée sera plus rapide au départ fond et moins rapide en se rapprochant de la surface. On remonte à la vitesse la plus lente des moyens de décompression.

0.5 point/recommandation, max 1 point

h) Quelles sont les questions que vous poseriez à Thierry en ce qui concerne le fonctionnement de son ordinateur ? (1 point)

- Quel algorithme utilise-t-il : Bühlmann ? RGB ? etc.
- La vitesse de remontée est-elle constante ou variable ?
- Préconise-t-il des paliers profonds ?
- Préconise-t-il des paliers facultatifs ?
- A-t-il durci son ordinateur ?

0.25 point/recommandation, max 1 point

i) Que recommandez-vous à tous en ce qui concerne la décompression ? (2 points)

- On respecte la planification et le profil établis avant la plongée
- On utilise la vitesse de remontée la plus lente des 4 ordinateurs
- On réalise le palier obligatoire le plus profond affiché par les ordinateurs
- Les paliers profonds ne seront pas réalisés.
- Le palier facultatif se fera seulement si les conditions sont optimales
- Demander si l'un des plongeurs a « durci » les réglages de son ordinateur

0.5 point/recommandation, max 2 points

### EXERCICE 53 : (5 points)

A la suite d'une plongée effectuée sur un tombant, par beau temps et mer calme, mais un peu de courant, un des deux plongeurs de la palanquée déclenche un accident de désaturation plus de 30 minutes après la sortie de l'eau.

La plongée, d'une profondeur maximum de 40 mètres, s'est déroulée sans anomalie particulière, la vitesse de remontée ayant été notamment respectée. Les deux plongeurs ont, par ailleurs, pris le soin de ne pas avoir de paliers obligatoires à effectuer.

1) Indiquer, au regard du profil de la plongée, les causes possibles de cet accident de désaturation malgré le respect des procédures de décompression indiquées par leurs ordinateurs.

Plongée profonde sans palier obligatoire : adaptation du profil pour rester en mode « No deco » : même s'il n'y a pas eu de palier à afficher, la saturation a toujours été à la limite d'une plongée nécessitant des paliers. La décompression étant basée sur un modèle qui reste théorique, le modèle ne peut garantir la non-survenue d'un accident, surtout si on flirte avec les limites.

Le profil de plongée peut aussi augmenter le risque (ex : profil inversé, profil à risque)  
0,5 point par cause possible, 2 points max

2) Expliquer comment un seul des deux individus peut avoir déclenché un accident de plongée alors qu'ils ont effectué une plongée avec les mêmes paramètres et le même profil.

Certains facteurs provoquent des variations individuelles : le froid, l'âge, l'obésité, la fatigue, les efforts, la condition physique, mauvaise hygiène de vie

4 facteurs minimum attendus : 1 point

Comportement après la plongée : apnée, effort, hydratation 1 point

Ouverture d'un FOP 1 point

### Exercice 54 : (6 points)

Vous encadrez 2 plongeurs pour une exploration à 40m. Lors de la remontée vous faites une pause à 13m pour consulter les ordinateurs de votre palanquée. Les 2 plongeurs vous présentent tour à tour leur écran :



Vous constatez des différences dans les paramètres de la procédure de décompression.

1. Quels paliers vous indiquent chaque ordinateur ? (2 points)

**Le Cressi (à gauche) indique un palier de 6 minutes à 3m ;1 point**

**L'ordinateur de droite indique un palier à 5.8 m («ceilling» veut dire plafond) ainsi qu'un temps de remonter et à passer sous ce plafond de 6 minutes. 1 point**

2. Combien de temps les plongeurs prévoient-ils avant de pouvoir faire surface (DTR) ? A quoi correspondent-ils ? (1 point)

**Le Cressi indique 10min de temps total avant la surface alors que l'autre indique 15 minutes de TTS («Total Time to Surface») 0.5 point**

**La DTR représente le temps minimum qu'il reste à passer sous l'eau avant de faire surface. Il tient compte des paliers et de la vitesse de remontée préconisée par les ordinateurs respectifs 0.5 point**

3. Comment allez-vous gérer la fin de la remontée et les paliers ? (1 point)

**Je consulte à mon tour mon propre ordinateur afin de savoir parmi les trois ordinateurs de la palanquée celui qui est le plus pénalisant afin d'en suivre ses recommandations en tant que procédure de décompression**

4. Choisissez, décrivez et justifiez deux raisons (et seulement 2) qui peuvent expliquer ces différences dans les procédures de décompression. (2 points)

**Raison 1 : Le plongeur équipé du Cressi est en plongée unitaire alors que le plongeur équipé de l'autre ordinateur est en successive ce qui le pénalise en termes de procédure de décompression.**

**Raison 2 : Les deux ordinateurs ont des algorithmes différents**

**1 point par raison pertinente avec un max de 2 points**

### Exercice 55 : (6 points)

Vous encadrez 1 PE 40, sur une épave se trouvant à 40m, le directeur de plongée vous demande d'enclencher la remontée lorsque le premier plongeur de la palanquée arrivera à une pression de 100 bars dans son bloc, ou 14 minutes de DTR, la mer est calme.

Paul vous fait signe qu'il a atteint la pression de décollage, et au début de la remontée, vous présente son ordinateur.



La remontée s'effectue le long du bout, mais arrivée à 9 m Paul vous tire par la main et affolé vous remonte son ordinateur



Pour le rassurer vous lui montrez le vôtre



Que s'est-il passé, auriez-vous pu anticiper cet incident ?

Visiblement Paul n'a pas dû respecter la réalisation d'un des paliers obligatoires demandés par son ordinateur et celui-ci s'est bloqué 0.5 point

Si j'avais regardé plus attentivement son écran avant d'enclencher la remontée je me serais rendu compte qu'il avait un palier profond affiché à 19,6 m que son ordinateur rendait obligatoire 0.5 point

Quelle conduite allez-vous adopter ?

Je vérifie la pression de son bloc et la mienne 0.5 point

Je poursuis la remontée jusqu'à mon palier de 6 m que je réalise en sa compagnie, ensuite je continue la décompression (palier de 3m) comme indiqué par mon ordinateur 0.5 point

Considérez-vous que vous auriez dû déclencher une procédure de sécurité ?

Justifiez

Non si la pression des blocs est suffisante

Non pour la plongée à l'air, les paliers profonds sont déconseillés, car ils entraînent une saturation majorée des compartiments les plus lents... 0.5 point

...et donc un risque d'accidents de désaturation plus élevé 0.5 point

Avez-vous une idée du temps de paliers à 3 m que vous allez réaliser ?

Pour aller de 9m à 6m # 30sec, 1 min à 6 m, pour aller de 6m à 3 m 30 sec, Pour aller de 3m à la surface 30 sec, soit environ 2min 30 à 3 min, soit un temps de palier d'environ 7 minutes à 3 m

**NB :** La démarche est plus importante que le résultat, elle doit prendre en compte toutes les étapes de la fin de plongée ; réponses acceptées entre 6 et 7 minutes

1 point

Allez-vous effectuer un palier de sécurité ? Justifiez

Normalement il n'est pas ni obligatoire car j'ai respecté mon protocole de désaturation et ni conseillé par la commission médicale nationale. Mais pour le rassurer compte-tenu du blocage de son ordinateur et des conditions favorables (mer calme, bout visible, Température agréable, volume de gaz suffisant) je peux le réaliser sans risque.

1 point

La sortie de l'eau s'effectue sans autre incident. Lors du retour au port quels conseils allez-vous lui donner ? Comment auriez-vous pu anticiper cet incident ?

Vous lui recommandez de ne pas réinitialiser son ordinateur de plongée et d'attendre qu'il se débloque spontanément (environ 24 H)

1 point

Vous lui demandez de désactiver la fonction paliers profonds de son ordinateur, puisqu'il plonge à « l'air »

1 point

J'aurais dû utiliser la fonction planification de son ordinateur de plongée et la comparer avec celle proposée par mon ordinateur afin de détecter la présence de palier profond sur l'ordinateur de Paul.

1 point

## THEME FACULTATIF / Notions de base sur les autres modèles de décompression

### Exercice 56 : (2 points)

Vous encadrez 2 N2, l'un est équipé d'un Uwatec Galileo (algorithme Buhlmann), l'autre un Mares Nemo Wide (algorithme RGBM).

a) Expliquez succinctement la différence entre ces deux algorithmes ? (1 point)

Modèle Haldanien est un modèle à compartiments basé sur la perfusion. Il considère que la diffusion de l'azote dans les tissus est instantanée

0.5 point

Modèle RGBM (Reduced Gradient Bubble Model) est un modèle hybride qui joue à la fois sur une approche Haldanienne (compartiments, M-values) et une approche de type « modèles à bulles ».

0.5 point

b) Expliquez les deux différences de fonctionnement majeures qu'un GP devra prendre en compte ? (1 point)

Paliers profonds

Vitesses de remontée

0.5 point/ rép., max de 1 point

### Exercice 57 : (3 points)

Vous venez d'acheter un ordinateur avec un modèle de type Bühlmann qui intègre des M-Values. Expliquez en quelques mots la différence entre le modèle de votre nouvel ordinateur et les SC des tables MN90.

Les deux modèles sont dits à perfusion où le corps humain est représenté par un ensemble de compartiments : 12 pour les MN90 (modèle de type Haldane) et 16

pour Buhlmann.

1 point

Pour les deux modèles, un compartiment est défini par sa période (sa 'vitesse' de saturation) et son coefficient de sursaturation critique (SC) qui est le rapport maximal acceptable entre la tension en azote du compartiment et la pression extérieure.

- Dans le modèle utilisé par les MN90, le  $Sc = TN2 \text{ max} / Pabs$  d'où  $TN2 \text{ max} = Sc \times Pabs$ . Le SC est fixe pour chaque compartiment (exemple compartiment 5' :  $SC=2.72$ ).
- Dans le modèle de Buhlmann, M-values contiennent une partie fixe et partie variable (relation linéaire avec la profondeur) du type :

$$TN2 \text{ max} = a \times Pabs + b$$

$$TN2 \text{ max} / Pabs = a + b/Pabs$$

L'équivalent du Sc chez Bühlmann diminue donc avec la profondeur. 2 points

**NB :** Les M-Values étant étroitement associées aux Sc ; nous pourrions être tentés de considérer que les MN90 les considèrent «également »

### Exercice 58 : (4 points)

Haldane est à l'origine de nombreux travaux de recherche sur la décompression. Citez deux autres modèles et expliquez ce qui a évolué par rapport à Haldane. (1point)

- Navy : Sc différents pour chaque compartiment et plongées successives
- Workman : Sc dépend de la profondeur – concept des M Values
- Buhlmann : Prise en compte de l'air alvéolaire et de l'altitude
- Hempleman : modèle par diffusion
- Yount (VPM) /Wienke (RGBM) : prise en compte des microbulles (concept de noyau gazeux)

0.5 point par modèle « expliqué » avec 1 point max

Expliquez pourquoi des accidents arrivent malgré le respect du modèle de décompression. (3 points)

- Modèle mathématique basés sur les statistiques et des hypothèses 1 point
- La physiologie varie d'un plongeur à l'autre et d'un jour à l'autre 1 point
- Certains facteurs personnels sont difficiles à prendre compte par les modèles (âge, obésité, fatigue, efforts, déshydratation, ...) 1 point

## THEME FACULTATIF / Ordinateurs et protocoles de décompression

### Exercice 59 : (2 points)

Expliquez simplement le fonctionnement d'un ordinateur

Mesure les paramètres de la plongée à intervalles réguliers et calcule en continu la décompression en fonction du modèle de déco utilisé 1 point

**Pour se faire**, l'ordinateur va tenir compte de nombreuses variables comme l'altitude, le gaz respiré ainsi que des paramètres réglés par le plongeur (densité eau, facteurs personnalisés, etc.) 1 point

### Exercice 60 : (2 points)

Quelles sont les possibilités optionnelles - hors calcul des paramètres de la plongée et du calcul de la décompression - d'un ordinateur qui peuvent être utiles à un GP dans son quotidien ?

- Mode planification
- Alarme de profondeur
- Alarme de PpO2 max (nitrox)
- Compas
- Chrono
- Différents affichages possibles
- Véritable autonomie restante
- Affichage très lumineux

0.5 point/ rep., max 2 points

### Exercice 61 : (2,5 points)

Vous réalisez une plongée sur l'épave du Ruby avec 2 PE40 et au bout de 21 minutes de plongée, les 2 ordinateurs vous indiquent :



a) Quelle est la DTR affichée par l'ordinateur de gauche ? Celui de Droite ?

**DTR : ordinateur de gauche 9min, ordinateur de droite 11minutes**

b) Quelle est la profondeur du premier palier de l'ordinateur de gauche ? Celui de Droite ?

**Premier palier de l'ordinateur de Gauche 16m, Ordinateur de droite 6m**

c) Que remarquez-vous entre les 2 ordinateurs au niveau des paliers annoncés et que décidez-vous de faire ?

**Ordinateur de Gauche : Moins de DTR mais il y a un palier à 16m, dit palier profond. L'ordinateur de Gauche présente une DTR plus importante mais son premier palier est à 6m**

**Des publications scientifiques ont montré que les paliers profonds n'étaient pas utiles et pouvaient être accidentogènes. De plus, ces paliers profonds ne sont pas traités comme étant obligatoires. Les ordinateurs étant capables de recalculer les paliers, si ce palier profond n'est pas réalisé, je décide de ne pas le faire.**

#### **Notation**

a) 0.5 points si les 2 DTR sont justes, sinon 0 points.

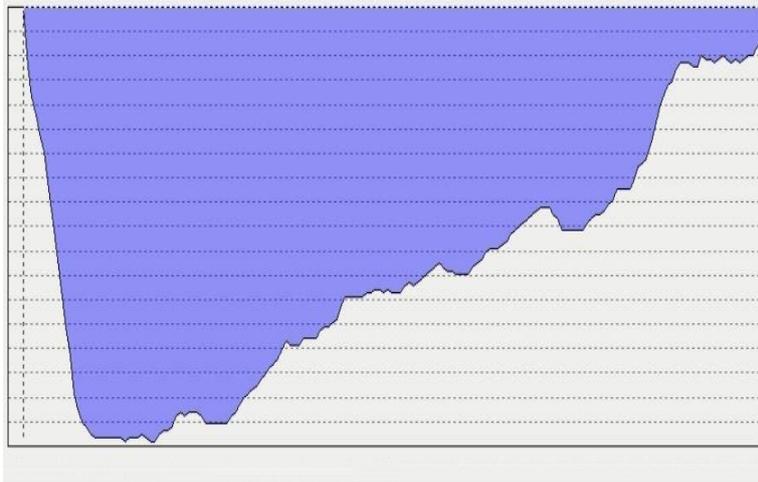
b) 0.5 Points pour donner les 2 bon paliers/Si non 0

c) 0.5 Si identification d'un palier profond

**1 Point pour explication de la décision. Le candidat doit démontrer un raisonnement logique qui ne met pas en danger ses plongeurs**

### Exercice 61 : (3 points)

Vous décidez de faire une plongée le long d'un tombant (profondeur maximale en début de plongée et remontée lente). Vous regardez votre écran d'ordinateur de plongée en arrivant au palier.



Retrouvez les informations disponibles sur l'écran. (0,2 par item avec maximum 1 point)

- Profondeur actuelle : **6,4m**
- Profondeur maximale : **38,9m**
- Profondeur et durée du premier palier : **6m, 2 min**
- DTR : **7 min**
- Durée de plongée à cet instant : **31 min**
- Température de l'eau : **25°C**

Quelle aurait été la DTR en utilisant des tables MN90 au **moment de la lecture** ?  
(Nb Durée de Remontée de 6m à la surface à la table 1min) (1 point)

- **Remontée lente avec paramètres 40m et 31min : 8 min à 6m, 35 min à 3m** 0.5 point
- **Il faudrait une DTR de  $8+35+1=44$ min pour sortir.** 0.5 point

La cohabitation ordinateur/tables est-elle adaptée dans ce cas à ce profil ? Justifiez.  
(1 point)

- **Les tables MN90 sont très pénalisantes pour un profil de remontée lente car elles considèrent un profil carré.** 0.5 point
- **L'ordinateur calcule la DTR en tenant compte de la profondeur réelle en temps presque continu donc moins pénalisant que le profil « carré » sur lequel repose les tables** 0.5 point

### Exercice 62 : (3 points)

Le Guide de Palanquée doit gérer les informations des ordinateurs des membres de sa palanquée. Les ordinateurs peuvent utiliser des modèles différents. Quelles consignes donnez-vous à vos plongeurs en ce qui concerne :

1) La profondeur et leur position dans la palanquée ? (0.5point)

**Ne pas dépasser la profondeur maximale définie lors du briefing (DP).**

Ne pas dépasser la profondeur du guide à la descente et pendant la plongée.  
Rester au même niveau que le guide lors de la remontée et au palier.

2) La vitesse de remontée ? (0.5 point)

C'est la vitesse de l'ordinateur le plus lent qui détermine la vitesse de remontée

3) La profondeur du palier ? (0.5 point)

Certains ordinateurs proposent des paliers standardisés, d'autres des profondeurs de paliers dites « Plafond ». Il convient de respecter le palier le plus profond indiqué par les différents ordinateurs de la palanquée

4) Le réglage des paliers profonds ? (0.5 point)

Les paliers profonds ne sont pas conseillés en plongée à l'air car ils augmentent la saturation en azote.

5) Les paliers de sécurité non obligatoire ? (0.5 point)

Ils ne sont PAS obligatoires, certaines conditions nécessitent de ne pas les faire : perte de palanquée ou conditions de palier difficiles (courant, houle).

6) Les réglages de durcissement ? (0.5 point)

Certains réglages peuvent augmenter de façon significative la durée des paliers et/ou commencer les paliers plus profondément. Il convient d'en tenir compte, de justifier cette action et de prévenir les membres de sa palanquée et le DP.

### Exercice 63 : (4 points)

Vous encadrez une palanquée de 3 personnes qui n'ont pas plongé depuis une semaine et qui utilisent des ordinateurs différents :

- Julie utilise un ordinateur qui propose des paliers profonds.
- Gérard porte un ordinateur à vitesse de remontée variable.
- Virginie essaie pour la première fois un modèle d'ordinateur que vous ne connaissez pas.

Lors de votre briefing :

a) Que conseillez-vous et expliquez à Julie ? (1 point)

- De désactiver, si possible, ces paliers profonds
- Ils ne sont pas utiles en plongée air mais plutôt réservés à la plongée mélange (Trimix)
- Ils vont augmenter la saturation en azote de la palanquée et augmenter la durée des paliers des autres plongeurs 0.5 point, max 1 point

b) Que recommandez-vous à Gérard ? (1 point)

- Il doit signaler à ses coéquipiers qu'il ne traîne pas mais que la vitesse qu'il respecte lui est imposée par son moyen de décompression.
- Il doit en parler avec ses coéquipiers avant la plongée 0.5 point, max 1 point

c) Que demandez-vous à Virginie en ce qui concerne son ordinateur ? (1 point)

- Quel algorithme utilise-t-il : Buhlmann ? RGB ? VPM ? etc.
- La vitesse de remontée est-elle constante ou variable ?
- Préconise-t-il des paliers profonds ?
- Préconise-t-il des paliers de principe ? 0.25 point, max 1 point

d) Que recommandez-vous à tous en ce qui concerne la décompression ? (2 points)

- On respecte la planification et le profil établis avant la plongée
- On utilise la vitesse de remontée la plus lente des 4 ordinateurs
- On réalise le palier obligatoire le plus profond affiché par les ordinateurs
- Les paliers profonds ne seront pas réalisés
- Le palier de principe se fera seulement si les conditions sont optimales
- Demander si l'un des plongeurs a « durci » les réglages de son ordinateur 0.5 point, max 2 points

## Exercice 64 : (5 points)

Vous plongez, sous la direction d'un directeur de plongée, avec 3 plongeurs niveau 2 à 30m. Vos 3 plongeurs disposent de 3 ordinateurs différents, dont un qui permet la configuration des gradient facteurs et les 2 autres qui permettent de configurer différents modes de décompression de 1 à 3.

a) Expliquer en quoi il est important de prendre en compte ces différents ordinateurs dans votre plongée et ce que cela, peut engendrer durant votre plongée à 30m ?

Points importants à prendre en considération entre ordinateurs :

Modèles de décompression peuvent être différents, le paramétrage de ces modèles de décompressions peut varier et être durci. Cela peut engendrer des différences de durée de décompression importantes entre les différents ordinateurs et des paliers plus longs pouvant conduire à des situations de pannes d'air si la planification n'a pas pris en compte les différents modèles de décompression. Il existe également un risque d'hypothermie, si les paliers doivent être rallongés par rapport à la planification initiale ; ce risque étant d'autant plus important en plongée lacustre

b) Expliquer comment vous conseillez le paramétrage de ces ordinateurs à vos plongeurs ?

Conseils sur le paramétrage des ordinateurs :

a) Adapter le durcissement des paramètres de décompression en fonction de sa forme physique, son âge et sa fatigue

b) Adapter à la température de l'eau qui va influencer la décompression (Limiter cependant le temps d'immersion pour également limiter le temps au palier)

c) Un de vos plongeurs vous indique que son ordinateur est configuré pour réaliser des paliers dit « deep stop » et que son ordinateur lui affiche des paliers supplémentaires de 3 minutes à chaque fin de plongées. Que lui conseillez-vous sur les 2 points qu'il vous signale ?

Désactiver les paliers profonds ou/et lui expliquer que l'ordinateur recalculera ses paliers en conséquence si le palier profond n'est pas réalisé car pas obligatoire. Les 3 minutes supplémentaires correspondent à un « palier non obligatoire » aussi appelé « palier de principe » ou « pallier de sécurité ». Je lui conseille de le faire si les conditions le permettent (température de l'eau, sans courant avec possibilité d'avoir un point d'appuis)

Si non il est préférable de ne pas réaliser ce palier non obligatoire (conseil de la commission médicale nationale).

**Notation :** Pour les questions a, b et c : l'objectif est d'évaluer le candidat sur sa capacité à la bonne prise en compte des différents modèles de décompression. S'il ne le fait pas, cela vaut à 0 pour la question, sinon 1 point par question

d) Ce plongeur qui a la possibilité de configurer son ordinateur avec des gradients facteurs vous indique qu'il est configuré en gradient facteur haut à 60 et bas à 30. Que lui conseillez-vous ? Expliquer sommairement ce que détermine le gradient Haut et le gradient Bas.

Je lui conseille de configurer des gradients facteurs plus standard en 80/80 s'il souhaite durcir un peu son ordinateur ou de mettre 90/90 s'il souhaite rester sur un paramétrage moins durci, correspondant à un réglage standard

Le gradient facteur Haut permet de rallonger le temps de palier proche de la surface, le gradient facteur Bas permet de déclencher le premier palier plus profond.

**Notation :** La question d) est une question à 1 point, il faut que le candidat donne une valeur cohérente par rapport à la plongée à l'air (100/100 est également accepté).

### Exercice 65 : (5 points)

Vous plongez sur le Sagona avec deux N2. Vous allez faire toute la plongée sur le pont à 40m. Votre ordinateur de plongée étant en panne, vous utilisez votre ancien profondimètre et des tables MN90 pour encadrer tout le weekend. Les N2 qu'on vous confie utilisent, eux, leurs ordinateurs tout neufs.

a) Pour éviter que leurs ordinateurs ne passent en « mode erreur », comment allez-vous adapter votre plongée ? (1 point)

La vitesse de remontée des ordinateurs est plus proche de 10m/min que de 15m/min. En tant que GP, je vais devoir adapter ma vitesse de remontée à celle de l'ordinateur le plus lent

b) Quelles sont les conséquences sur votre propre décompression ? (2 points)

Je vais devoir considérer que je fais une remontée lente et rentrer dans les tables à un temps qui comprendra la phase de remontée jusqu'au premier palier (si palier il y

a) 1 point

Ma procédure de décompression en sera affectée. Elle deviendra plus pénalisante.

1 point

En sortant un N2 vous fait remarquer que vous avez fait les mêmes paliers qu'aux tables MN90 et qu'il regrette son achat coûteux d'un ordinateur. Expliquez-lui :

c) Pourquoi il a les mêmes paliers aux tables et à l'ordinateur ? (1 point)

On attend une explication comme quoi sur une plongée carrée les ordinateurs font les mêmes calculs que ceux réalisés pour établir les tables.

d) Pour quel type de plongée il va apprécier de faire moins de palier qu'aux tables ? (1 point)

On attend la notion de plongée multi-niveaux où l'ordinateur peut calculer selon un profil réel moins contraignant que les profils carrés (profondeur max et temps max) sur lesquels reposent les tables.

### Exercice 66 : (5 points)

Le Guide de Palanquée doit gérer les informations des ordinateurs des membres de sa palanquée. Ces ordinateurs peuvent utiliser des modèles de décompression différents- Quelles consignes donnez-vous à vos plongeurs en ce qui concerne :

1) La profondeur et vitesse de remontée

Respect de la profondeur indiquée par le DP en mettant éventuellement une alarme de profondeur à ne pas dépasser 1 point

C'est l'ordinateur avec la vitesse de remontée qui définit celle de la palanquée

1 point

2) La profondeur du palier

On s'arrête au premier palier indiqué par les différents ordinateurs et on informe l'ensemble de la palanquée par un signe défini au briefing 1 point

3) Le palier de principe

Lors du briefing de la plongée, on indique les conditions qui conduiront à effectuer ce palier de principe (consommation, courant, houle, etc.) 0.5 point

qui est par ailleurs contesté par la commission médicale FFESSM) 0.5 point

4) Les réglages personnalisés (palier mi-profondeur, durcissement

Lors de la planification de la plongée, on informe l'ensemble de la palanquée si un ordinateur a été personnalisé, les raisons et les conséquences sur la décompression (palier rallongés). On conseille d'éviter les paliers mi-profondeur déconseillé la plongée air. 1 point

### Exercice 67 : (5 points)

Vous êtes GP d'une palanquée composée de deux N2 et d'un PE 40. Vous êtes en pleine eau, la visibilité est dégradée et un courant relativement fort vous fait dériver. Subitement, un de vos N2 vous demande de vous arrêter car, son ordinateur indique ceci :DS

1) Qu'indique son ordinateur ? (1 point)

DS correspond à Deep Stop (Palier profond)

Dans cette situation, l'ordinateur indique 2 min à 19m.

2) Que faites-vous ? (1,5 points)

Je lui demande de ne pas effectuer ce palier, car un PE 40 peut avoir du mal à se stabiliser, de plus le manque de visibilité en pleine eau rend la surveillance de l'ensemble de la palanquée délicate.

Par ailleurs, l'ordinateur prendra en compte le fait que ce palier profond – non obligatoire – a été ignoré en augmentant éventuellement le temps de palier près de la surface selon le profil de la plongée.

3) Que pensez-vous de ce type de palier (justifier) ? (1,5 points)

La pratique des paliers profonds a été proposée pour réduire le nombre de microbulles circulantes à la remontée. Cependant, leur utilité en plongée loisir a été fortement mise en cause en plongée à l'air ; certaines études montrant même un accroissement du nombre des ADD ; Les hypothèses avancées seraient qu'ils ralentiraient l'élimination de l'azote.

Se référer par exemple aux études de :

- US-Navy, NEDU 2011
- Etude Marine nationale JE BLATTEAU, M HUGON, B GARDETTE, FM GALLAND –Medsubhyp 2005.)

### Exercice 68 : (5 points)

Vous partez pour une croisière d'une durée de 10 jours. Des plongeurs de chez PADI tous équipés d'ordinateur effectuent 4 plongées par jour.

Vous discutez avec un dive master à ce sujet pour qui cela ne pose aucun problème, car les plongées sont toutes effectuées dans la courbe de sécurité.

1) Qu'en pensez-vous en justifiant votre réponse ? 2 points

Ce type de planning augmente le risque d'accidents de désaturation. 0.5 point

En effet, les ordinateurs de plongée sont basés sur des algorithmes prenant en compte 2 plongées par jour. Au-delà, ils continuent à effectuer les calculs mais leur fiabilité est contestable et contestée. 0.5 point

Dans ce type de planning de plongée, la désaturation ne revient jamais à zéro ; l'accumulation d'azote dans les tissus lents (voire très lents) continue alors que ces tissus ne sont bien souvent pas pris en compte par les ordinateurs conduisant à des accidents de désaturation dits « immérités ». 1 point

2) Quel programme de plongée vous pensez prévoir sur les 10 jours de croisière pour vous ? 3 points

N'effectuer que deux plongées par jour séparées d'un intervalle de surface supérieur à 3 heures. 0.5 point

Passer 24 heures sans plonger au milieu du séjour afin d'éliminer l'azote accumulé. 1 point

Si plus de deux plongées par jour sont tout de même réalisées :

- Rester dans la courbe de sécurité avec la 1<sup>er</sup> plongée la plus profonde à 30m maximum et limiter à 3 plongées par jour (protocole LIFRAS – Fédération Belge.) 0.5 point
- Utiliser du Nitrox. 0.5 point
- Durcir le conservatisme des ordinateurs – réduire la profondeur – le temps de plongée. 0.5 point

### Exercice 69 : (5 points)

Le Guide de Palanquée doit gérer les informations des ordinateurs des membres de sa palanquée. Ces ordinateurs peuvent utiliser des modèles de décompression différents Quelles consignes donnez-vous à vos plongeurs en ce qui concerne :

1) La profondeur de la plongée (1 point)

Le respect de la profondeur définie au départ 0.5 point  
et inscrite sur la feuille de palanquée par le DP 0.5 point.

2) La vitesse de remontée (1 point)

C'est l'ordinateur le plus lent en vitesse de remontée qui définit celle de la palanquée

3) La profondeur du palier (1 point)

S'arrêter au premier palier indiqué par les ordinateurs de la palanquée et informer l'ensemble de la palanquée des caractéristiques du palier à effectuer

4) Le palier de principe (1 point)

Lors de la planification de la plongée, définir au sein de la palanquée si le palier de principe est à effectuer ou non en fonction des conditions (consommation, courant, houle, etc.) 0,5 point

Prendre aussi en compte de ne pas effectuer ce palier (contesté par la commission médicale FFESSM) 0.5 point

5) Les réglages de durcissement (1 point)

Lors de la planification de plongée informer la palanquée si paliers rallongés

### Exercice 70 : (5 points)

Vous êtes guide de palanquée, avec un N2 et un PA 40.

a) Au cours de la plongée vous consultez l'ordinateur d'un des membres de la palanquée (un Aqualung I300) qui affiche ceci : « No DECO : 24 ». Que signifie le chiffre ?

Le temps de plongée restant sans décompression, No Deco, est la durée maximale pendant laquelle il peut rester à cette profondeur actuelle avant d'entrer en phase de décompression. 1 point

Ce chiffre sera-t-il identique pour l'ensemble des ordinateurs de la palanquée ?

Argumentez votre réponse, en vous appuyant sur vos connaissances en matière de décompression ?

Non, plusieurs possibilités qui peuvent s'ajouter :

- Ordinateur ayant des algorithmes différents
- Ordinateur n'étant pas la même saturation initiale (un ordinateur a plongé le matin et pas l'autre)
- Profil des plongeurs différents au cours de la plongée
- Mélange de gaz différents (nitrox / air) 1 point

b) 12 minutes plus tard, lors de la remontée, le deuxième ordinateur (SCUBAPRO Aladin Sport) affiche ceci : "flèche verticale – slow - 110%". Que signifie le chiffre 110 ?

C'est la vitesse de remontée. Quand la vitesse est supérieure à 100%, la flèche noire

"SLOW" apparaît. Si la vitesse de remontée atteint 140% et plus, la flèche commence à clignoter. A partir de 110%, un signal sonore se déclenche et son intensité varie en fonction de l'ampleur du dépassement. 0.5 point

Est-ce qu'il correspond à la même valeur tout au long de la plongée ?

Non, car c'est une vitesse de remontée variable entre (7 et 20 mètres/mn) selon la profondeur. La vitesse réelle s'affiche en pourcentage de la vitesse préconisée (indiquée par 100%). 1 point

Votre réaction lors de l'affichage de ce chiffre ?

Ralentir, pour arriver à 100 % ou plus, afin de remonter à la vitesse la plus basse des moyens de décompression présents. 0.5 point

c) Votre ordinateur (Némo Mares) indique 5' de palier à 3 mètres, celui de Pierre 4' à mètres et celui de Marie 1' à 6m. Que faites-vous ?

Se caler sur l'ordinateur le plus pénalisant, soit celui de Marie. 1 point

### Exercice 71 : (6 points) : Gestion des procédures de désaturation

En tant que Guide de palanquée comment gérez-vous la désaturation des membres de votre palanquée concernant :

A) La profondeur et la position de vos plongeurs ? (2 points)

- Respecter la profondeur prévue au départ,
- Ne pas dépasser la profondeur du GP à la descente et durant la plongée.
- Ne pas être au-dessus du GP pendant la remontée et au palier

B) La vitesse de remontée ? (1 point)

C'est la vitesse de l'ordinateur le plus lent qui détermine la vitesse de remontée

C) Les paliers profonds ? (1point)

On ne fait pas de paliers profonds à l'air, car ils augmentent la saturation en azote de nos compartiments

D) Les réglages de durcissement des ordinateurs ? (1 point)

Il faudra en tenir compte lors de la planification de la plongée, et lors du contrôle du matériel, certains réglages peuvent augmenter les paliers d'une façon importante.

E) Le palier de sécurité ? (1 point)

Il n'est pas obligatoire et certaines conditions nécessitent de ne pas le faire (courant, houle, panne d'air, signe j'ai froid). Mais si les conditions sont bonnes on peut le faire

## DIVERS ET/OU MULTI-THEMES

### Exercice 72 – Question à Choix Multiples (2 points)

e) Un compartiment représente :

1. Un ensemble d'organes se comportant de la même manière.
2. Une région anatomique qui charge à la même vitesse.
3. Un ensemble théorique de tissus ayant le même comportement vis-à-vis de la charge (saturation) et la décharge (désaturation) en gaz inerte tel que l'azote.

Réponse 3 0,5 point

f) Un seuil de sursaturation critique c'est :

1. Une valeur maximale du rapport de sursaturation S pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité

2. Une valeur que ne doit pas dépasser le rapport de la pression ambiante / la pression partielle d'azote pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.
3. Une valeur que ne doit pas dépasser le rapport de la tension d'azote / la période pour qu'un compartiment puisse regagner la surface en sécurité.

Réponse 1

0,5 point

g) Une période représente :

1. Le temps nécessaire pour qu'un compartiment soit saturé.
2. Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression.
3. Le temps nécessaire pour qu'un compartiment soit saturé/désaturé à 50 %.

Réponse 2

0,5 point

h) Un compartiment directeur c'est :

1. Celui qui impose le palier le moins profond.
2. Celui qui impose le palier le plus profond.
3. Celui dont découle toute la décompression.

Réponse 2

0,5 point

### Exercice 73 – Question à Choix Multiples (5 points, 1 point / question)

(1) Un compartiment représente :

- a) Un ensemble d'organes définis
- b) Une région anatomique définie (cœur, reins, etc.)
- c) Un ensemble théorique de tissus ayant le même comportement de saturation/désaturation

Réponse : c

(2) Une période représente :

- a) Le temps nécessaire pour qu'un compartiment soit saturé
- b) Le temps nécessaire et constant (exprimé en mn) pour qu'un compartiment absorbe ou restitue la moitié de son gradient de pression.
- c) Le temps nécessaire pour qu'un compartiment restitue l'entièrement de son gradient de pression

Réponse : b

(3) Tables MN90. 10 min après votre sortie d'une plongée de 25 minutes à 30 m, vous vous réimmergez à 8 m durant 6 min. Quels sont les paliers à effectuer ?

- a) Aucun palier
- b) 2 min à 3 m
- c) 9 min à 3 m
- d) 17 min à 3 m

Réponse : d

(4) Tables MN90. 3 h 15 après une plongée de 20 min à 45 m (GPS = I), une palanquée plonge à 19 m durant 32 min. Quels sont les paliers à effectuer ?

- a) Aucun palier
- b) 1 min à 3 m
- c) 4 min à 3 m

Réponse : c

(5) Parmi les phrases ci-dessous à propos des ordinateurs de plongée, quelles sont celles qui vous semblent vraies.

- a) Un ordinateur de plongée peut se dérégler, il faut donc toujours être vigilant

- b) A partir du moment où l'on contrôle, en surface, que l'ordinateur fonctionne, il n'y a aucun risque de panne sous l'eau
- c) Les modèles de désaturation utilisés par les ordinateurs, bien qu'ils s'en approchent, ne reflètent pas véritablement les phénomènes complexes de la désaturation dans le corps humain. Il faut donc éviter de faire une confiance aveugle à ce qui n'est qu'un simple instrument d'aide à la décompression
- d) Les modèles de décompression utilisés par les ordinateurs de plongée sont beaucoup plus modernes que ceux utilisés par les tables. Ils sont donc plus fiables

Réponse : c