

## Domaine « Station de Gonflage & Blocs »

|                  |                         |                |                     |
|------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Examen</b>    | <b>Niveau IV</b>        | <b>Epreuve</b> | <b>Matériel (2)</b> |
| <b>Référence</b> | <b>CTRM/MAT_06_2018</b> | <b>Durée</b>   | <b>5 min (oral)</b> |

### 1) Préciser les vérifications préalables avant la mise en service d'un compresseur

*Niveau d'huile (permettant la lubrification des pistons) ? Niveau et « qualité » condensat ? « Environnement » prise d'air ? Carnet d'entretien (recommandations constructeur) : nb d'heures depuis révision, changement filtre, ... ? Personne habilitée ? Climatiseur (en option) : ON ?*

### 2) Préciser les opérations de maintenance courantes nécessaires à l'entretien d'un compresseur

*Complément niveau d'huile (permettant la lubrification des pistons), changement filtre (ou son contenu) en fonction des recommandations constructeurs (nb d'heures de fonctionnement), élimination des condensats (procédure de traitement des déchets nocifs pour l'environnement), analyse de l'air (1 an)*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) : étanchéité soupapes, segmentation, changement courroie de distribution, dépoussiérage, roulements moteur asynchrone*

### 3) Expliquer le principe de fonctionnement d'un compresseur

*Entrainement de pistons par un moteur électrique ou thermique, 3 ou 4 étages, rapport de compression, diminution d'un volume par déplacement d'un piston dans un cylindre entre un point bas et un point haut, soupapes (tarées/calibrées) de refoulement ou d'admission*

### 4) Préciser la constitution et le rôle des différents systèmes de filtration d'un compresseur

*- Filtre entrée : type « papier »/grille, élimination des grosses poussières*

*- Cartouche filtrante :*

*\* Charbon actif : élimination huile, odeur*

*\* Feutre : séparation des couches, élimination poussières fines*

*\* Tamis moléculaire : élimination humidité*

*- Décanteur / Séparateur / Condenseur : élimination condensat (mélange eau/huile) par projection de l'air comprimé sur des parois froides (condensation), purges automatiques ou manuelles (compresseurs faibles débit), présent dès le 1<sup>er</sup> étage sur les compresseurs « tropicalisés »*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) : sur-filtration pour gonflage des blocs OXYCLEAN*

## **5) Préciser les consignes particulières devant être affichées dans un local compresseur**

*Personnel habilité, carnet d'entretien, procédures de gonflage, affichages port du casque/interdit au public*

## **6) Préciser les différents éléments permettant d'assurer la sécurité dans un local compresseur au cours des opérations de gonflage**

*Formation (recyclage) du personnel habilité, différenciation des lieux (compresseur/tampon & rampe de gonflage), arrêt d'urgence sur le compresseur et à l'extérieur du local, soupape de sécurité sur le compresseur et sur la ligne de gonflage, extincteur (incendie d'origine électrique),*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) : différenciation des rampes en fonction des pressions de service (230 ou 300 bars) ou du mélange (air ou nitrox), câble « anti-fouet » sur flexible de gonflage*

## **7) Donner les vérifications et les précautions d'usage préalables au gonflage d'un bloc**

*Idem mise en service compresseur (question n°1) + bloc à jour TIV ou ré-épreuve, état général du bloc et de la robinetterie, purge robinetterie (élimination humidité/sel), pression de service du bloc en relation avec la pression de la rampe*

## **8) Différentes inscriptions sont gravées sur un bloc. Préciser lesquelles sont à vérifier avant le gonflage d'un bloc. Préciser les avantages et les inconvénients d'un bloc ALU et d'un bloc ACIER**

*Inscriptions à vérifier avant gonflage : date de fabrication ou date de ré-épreuve ou date dernier TIV (non gravée mais sur registre TIV en ligne), pression de service (PS)*

|                     | <i><b>Avantages</b></i>  | <i><b>Inconvénients</b></i>                             |
|---------------------|--|---|
| <i><b>Acier</b></i> | <i>Capacité (15 L ou plus) : volume de gaz important en mono</i> | <i>Masse, corrosion, peinture</i>                       |
| <i><b>Alu</b></i>   | <i>Masse, corrosion</i>  | <i>Lestage, capacité limitée en mono (S80 : 11,1 L)</i> |

## **9) Indiquer la périodicité et les procédures d'inspection des blocs de plongée. Préciser la différence entre pression de service et de ré épreuve**

*- Périodicité des inspections :*

|   | <b>Visite Visuelle</b>  | <b>Ré-épreuve (hydraulique)<br/>(effectuée par un organisme agréé)</b> |
|---|---|--|
| <b>Cas général / Particulier</b>          | 12 mois<br>(visite visuelle effectuée par le propriétaire du bloc sans contrôle « officiel ») | 2 ans  |
| <b>Club (registre)<br/>Dérogation TIV</b> | 12 mois<br>(visite visuelle normalisée effectuée par un technicien formé et habilité)         | 6 ans  |
| <b>Tampon fixe</b>                        |   | 10 ans   |

- PE (pression d'épreuve)  $\square$  1,5 \* PS (pression de service, d'utilisation)

## 10) Préciser la particularité d'un compresseur « tropicalisé »

- Problèmes rencontrés en milieu tropical (ou en bord de mer) : température moyenne plus importante, air salin, taux d'humidité  
 - Solutions envisagées : décanteur supplémentaire en sortie du premier étage, changement filtre de sortie plus fréquent, ventilation supplémentaire ou surdimensionnée (compresseur ou moteur électrique), climatisation du local compresseur, ...

## 11) Citer les différents types de blocs de plongée. Préciser leurs avantages et inconvénients

- Capacité (L) : 1, 2, 3, S40 (5,7), 6, 7, 8.5, 10, S80 (11,1), 12, 13.5, 15, 18, 20, 50 (tampon)  
 - Forme (répartition de la charge : équilibre) : 12 L long et court  
 - Matériaux :

|                  | <b>Avantages</b>   | <b>Inconvénients</b>   |
|------------------|--|--|
| <b>Acier</b>     | Capacité (15 L) : volume de gaz plus important en mono qu'un alu, PS un peu plus important qu'un alu (230 b) | Masse, corrosion, peinture   |
| <b>Alu</b>       | Masse, corrosion   | Lestage, capacité limitée en mono (S80 : 11,1 L), PS limitée (210 b) |
| <b>Composite</b> | Léger, 300 b   | Prix, visite visuelle plus spécialisée                               |

- Robinetterie : simple, double, barre de liaison sur bi, manifold (les bi sont utilisés par les plongeurs teks mais aussi certains photographes, ...)

## 12) Indiquer quelques dysfonctionnements courants pouvant survenir sur une

## robinetterie

*Volant de conservation desserré, fermeture/ouverture impossible (tourne dans le vide), tige tournevis tordue ou cassée, clapet marqué (fuite), joint(s) torique(s) défectueux (fuite), joint torique R19 (à changer à chaque démontage/remontage de la robinetterie : compétences TIV), tube plongeur cassé, ...*

### Questions supplémentaires ou en formation (PAS D'EVALUATION A L'EXAMEN) :

#### a) Préciser les différences entre un bloc contenant de l'air et un bloc contenant un NITROX

*- Particularités bloc NITROX normalisé : oxyclean (« dégraissé » pour éviter un risque d'incendie ou d'explosion lors d'un transfert d'O<sub>2</sub> pur), gravure sur fût « Nx/O<sub>2</sub> » (« diving breathing gaz » sur bloc alu), volant de conservation vert, robinet DIN M26 (Norme EN 144), étiquette sur fût « Nx/O<sub>2</sub> », étiquette analyse gaz (CDS). Cette question est plus destinée à un raisonnement sur la réglementation que sur l'aspect matériel.*

#### b) Préciser les précautions nécessaires lors de l'installation d'un compresseur mobile

*Si thermique : sens du vent et emplacement de la prise d'air (en hauteur). Niveau pour l'installation, possibilité de purger (réservoir d'évacuation des condensats)*

#### c) Préciser les moyens de refroidissement des différents étages d'un compresseur

*Ventilateurs moteur (directement sur l'arbre) et compresseur (relié au moteur par courroie), serpentin de refroidissement (augmentation de la surface d'échange), refroidissement par eau pour les grosses unités*

## Domaine « Détendeurs »

|           |                  |         |              |
|-----------|------------------|---------|--------------|
| Examen    | Niveau IV        | Epreuve | Matériel (2) |
| Référence | CTRM/MAT_06_2018 | Durée   | 5 min (oral) |

**1) Expliquer succinctement le principe de fonctionnement de la compensation d'un détendeur à membrane. Préciser son intérêt en termes de confort et de sécurité. En considérant tous les types de détendeur (piston et membrane), préciser le moyen de reconnaître visuellement un détendeur compensé d'un non compensé**

*- Chambre de compensation, surfaces en opposition, les forces (HP) s'annulent, la HP n'intervient pas dans l'équilibre des forces du 1<sup>er</sup> étage, diminution des efforts inspiratoires, confort respiratoire constant tout au long de la plongée, diminution des risques d'essoufflement*

*- Reconnaissance visuelle d'un détendeur compensé : l'arrivée du gaz (HP) arrive perpendiculairement au corps du détendeur (1<sup>er</sup> étage)*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) : la surcompensation d'un détendeur à membrane permet une légère augmentation de la MP (à l'aide d'une 2<sup>e</sup> membrane) et une légère amélioration des efforts inspiratoires en profondeur afin de compenser la densité de l'air dans des zones profondes*

**2) Expliquer succinctement le principe de fonctionnement de la compensation d'un détendeur à piston. Préciser son intérêt en termes de confort et de sécurité. En considérant tous les types de détendeur (piston et membrane), préciser le moyen de reconnaître visuellement un détendeur compensé d'un non compensé**

*- Surfaces en opposition, les forces (HP) s'annulent, la HP n'intervient pas dans l'équilibre des forces du 1<sup>er</sup> étage, diminution des efforts inspiratoires, confort respiratoire constant tout au long de la plongée, diminution des risques d'essoufflement*

*- Reconnaissance visuelle d'un détendeur compensé : l'arrivée du gaz (HP) arrive perpendiculairement au corps du détendeur (1<sup>er</sup> étage)*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) : la surcompensation d'un détendeur à piston permet une légère augmentation de la MP au fur et à mesure de la diminution de la HP. Il en découle une légère amélioration des efforts inspiratoires pendant la phase de décompression (paliers en fin de plongée)*

**3) Donner la marque, le type et les caractéristiques principales du (ou des) détendeur(s) que vous utilisez pour plonger et encadrer. Argumenter votre choix (le candidat apporte son(s) détendeur(s) personnel(s))**

- *Le candidat connaît les caractéristiques principales de son (ou ses) détendeur(s) personnel(s) (type : piston, membrane ; compensation ou pas ; réglage(s) éventuel(s) du 2<sup>e</sup> étage ; résistance au givrage ; limite(s) de fonctionnement ; entretien courant et recommandé par le constructeur)*
- *En tant qu'encadrant (dans la zone 0-40m) : réflexion sur le 2<sup>e</sup> détendeur de secours (caractéristiques si différents ; possibilité d'intervention sur un plongeur en difficulté à 40 m ; emplacement)*

**4) Indiquer les dysfonctionnements courants pouvant survenir sur le premier étage d'un détendeur à piston**

*Joints toriques défectueux sur le piston (bulles au niveau de la chambre humide), problème d'étanchéité au niveau du clapet/siège (fuite possible au 2<sup>e</sup> étage), mauvais réglage MP (effort inspiratoire important pouvant entraîner un risque d'essoufflement), joints toriques sur les sorties HP et MP*

**5) Indiquer les dysfonctionnements courants pouvant survenir sur le deuxième étage d'un détendeur**

- *Embout à changer (mordu / déchiré)*
- *Fissure du boîtier en plastique*
- *Mauvais réglage effort inspiratoire (siège mobile), trop souple (risque de débit continu), trop dur (risque d'essoufflement)*
- *Soupape d'expiration déchirée, trop souple ou recourbée (on boit de l'eau) ou perte souplesse (augmentation des efforts expiratoires : risque d'essoufflement)*

**6) Monter un flexible de direct system, un flexible de manomètre et un octopus sur le premier étage d'un détendeur en précisant l'outillage nécessaire et les précautions à prendre (le jury peut demander d'explicitier la procédure sans montage/démontage)**

- *Différenciation entre les sorties MP et HP, éventuellement « High Flow » (marquage, diamètres sorties, ...)*
- *Type d'outillage : clé plate 14/15, clé allen/mâle*
- *Lubrification des filetages et des joints toriques avec de la graisse silicone*
- *Ergonomie / « Routage » des flexibles*
- *Éventuellement, positionnement du détendeur pour permettre sa protection contre les chocs*

## **7) Préciser la position du clapet du premier étage lorsqu'un détendeur à piston simple est stocké hors pression bouteille. Argumenter votre réponse. En déduire les précautions à prendre lors du rinçage du détendeur**

- *Ouvert : pas de pression sur le piston, seul la force du ressort est présente. Celui-ci repousse le piston en position ouverte.*
- *Lors du rinçage, l'eau (et éventuellement le produit désinfectant) risque de pénétrer à l'intérieur du premier étage et de provoquer une corrosion interne.*
- *Précautions d'usage : bouchon, fermeture avec le doigt ou rinçage du 2<sup>e</sup> étage uniquement*

## **8) Préciser l'entretien périodique à effectuer sur un détendeur personnel et sur un détendeur club**

- *Rinçage à l'eau douce : éviter dépôt de sel et corrosion*
- *Désinfection (imposée par le CDS pour le matériel club) : éviter la propagation de maladie*
- *Précautions d'usage : bouchon, fermeture avec le doigt ou rinçage du 2<sup>e</sup> étage uniquement afin d'éviter une entrée d'eau et une corrosion interne ou au niveau du filtre métallique*
- *Lubrification par graisse silicone du filetage DIN et des joints toriques accessibles (R9/10 ; flexibles MP/HP)*
- *Changement joints toriques (R9/10) DIN ou opercule (étrier)*
- *Maintenance complète (changement kits) effectuée par un technicien habilité et en fonction des recommandations constructeurs (périodicité : 1/2 ans ou 100 plongées)*

## **9) Préciser les éléments sur un détendeur permettant de le protéger contre le givrage**

- *Problème lié à la détente d'un gaz : température atteinte très basse (-20/40°C). Solidification de la vapeur d'eau contenue dans le gaz. Les cristaux de glace qui sont créés risquent de bloquer le détendeur en position ouverte : débit continu : panne d'air !!*
- *Solution envisagée : favoriser un échange thermique avec le milieu extérieur qui pourra apporter des calories au détendeur (le réchauffer). Cet échange s'effectue même dans des eaux très froides (0/5°C) mais demande des détendeurs spécifiques.*
- *Matériau utilisé : le métal est un meilleur diffuseur thermique que le plastique*
- *Ailettes (« radiateur ») au 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> étage : augmentation de la surface d'échange par « pliage »*
- *Echangeur sur le tuyau de MP : Détendeur AQL de type GLACIA*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) :*

- *L'utilisation d'un 2<sup>e</sup> détendeur complet est fortement recommandée dans des eaux froides afin de différencier le principal et le secours, ou les fonctions « respiration » et « gonflage » gilet/vêtement étanche*
- *La qualité de filtration en sortie du compresseur ainsi que la rapidité de compression peuvent influencer la teneur en eau dans le gaz comprimé et donc le risque de givrage*



## 10) Préciser les avantages et les inconvénients d'un détendeur « à volume réduit » type MIKRON utilisé par les plongeurs « voyageurs »

|                                  | <i>Avantages</i>  | <i>Inconvénients</i>  |
|----------------------------------|---|---|
| <i>Détendeur à Volume Réduit</i> | <i>Léger (limitation du poids des bagages : transport aérien), compact, confort en bouche</i> | <i>« Moustache » réduite : bulles dans visage à l'expiration, soupape d'expiration réduite : efforts expiratoires plus importants</i> |

## 11) Préciser les différents réglages (accessibles pour le plongeur) au niveau d'un 2<sup>e</sup> étage de détendeur et leurs intérêts en plongée

- *Effet Venturi : accélération du flux d'air par l'intermédiaire du « Flow Vane » qui détourne le flux d'air. 2 positions : « Dive » et « Pre-dive ». Ce réglage permet d'éviter un débit continu à la mise à l'eau (si le détendeur n'est pas dans la bouche) ou au cours de la plongée (octopus en cas de courant ou de « chocs »). A placer en « Dive » dès l'immersion ou si donné en secours : risque d'essoufflement dans le cas contraire.*

- *Molette de réglage de la dureté : compression plus ou moins importante d'un ressort permettant de définir la dureté du détendeur à l'effort inspiratoire. Certains plongeurs préfèrent un détendeur « dur » et diminuent la dureté aux paliers ou en cas d'effort (courant). Certains plongeurs pensent qu'un détendeur « dur » leur permet de moins consommer.*

- *Certains détendeurs ont maintenant une molette qui combine les 2 réglages.*

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) :*

- *Certains détendeurs possèdent un effet vortex (accélération du flux) en prélevant par l'intermédiaire d'un petit tuyau et à l'entrée du 2<sup>e</sup> étage une partie du flux de MP*

## 12) Préciser les conseils qui pourraient s'avérer utiles à de jeunes N2 quant au choix d'un détendeur

- *Prise en compte des prérogatives d'un plongeur niveau 2 (autonomie et espace d'évolution jusqu'à 40 m). Eviter donc de conseiller un détendeur à piston simple, moins cher, mais moins performant en profondeur et pendant la phase de décompression (pas de compensation)*

- *Pour une utilisation en eaux tempérées, un détendeur milieu de gamme est suffisant avec réglage du venturi au 2<sup>e</sup> étage. Tous les détendeurs de ce type ont des performances quasiment similaires. Critères de choix : compensation au 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> étage, marque, SAV, esthétique, tarif, ...*

- *Pour une utilisation en eaux froides ou pour un plongeur souhaitant évoluer vers des niveaux supérieurs, un détendeur haut de gamme est recommandé. Critères de choix : résistance aux givrages, surcompensation, surtout de la maintenance car nombre de pièces plus important, ...*



## Questions supplémentaires ou en formation (PAS D'EVALUATION A L'EXAMEN) :

### a) Préciser les avantages et les inconvénients d'un détendeur à tourelle et des sorties **HIGH FLOW**

- *High Flow* : L'usinage du profil du détendeur permet d'avoir toutes (Ex. : MK21) ou certaines sorties MP (Ex. : MK17) avec un débit plus important ou moins de perte de charge dues aux « turbulences ». Il est préconisé que le détendeur principal et l'octopus doivent être fixés dessus. On placera sur les autres sorties MP le DS ou la combi étanche.

- *Tourelle* : elle facilite le « routage » des flexibles pour éviter des tensions sur ces flexibles, sur la bouche du plongeur, ... Très utilisée en plongée « tek » sur les blocs de déco ou en sidemount. Inconvénients : moins compact, détendeur plus cher, plus de pièces donc risques de panne plus important et maintenance plus compliquée donc plus onéreuse.

### b) Préciser les réglages nécessaires au niveau d'un détendeur (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> étages)

- *1<sup>er</sup> étage* : réglage de la MP (comprise entre 8 et 10 bars en fonction des constructeurs) à l'aide d'un manomètre connecté sur un DS. 2 possibilités :

- ☐ *Piston simple* : cales (nombres limitées) au niveau du piston dans la chambre humide
- ☐ *Piston compensé et membrane* : écrou/vis permettant la compression d'un ressort

- *2<sup>e</sup> étage* : réglage de l'effort inspiratoire. Trop dur : risque d'essoufflement. Trop souple : risque de débit continu. 2 réglages sont nécessaires :

- ☐ *Au niveau du siège mobile (orifice)* à l'aide d'un outil de réglage à placer entre le 2<sup>e</sup> étage et le flexible MP
- ☐ *Compression d'un ressort* (définissant la dureté du détendeur) par l'intermédiaire d'un écrou

- *Ces réglages peuvent être effectués en fonction du type d'utilisation : principal, secours, déco et du milieu : eau froide*

# Domaine « Gilets & Autres Matériels de Sécurité »

|                  |                         |                |                     |
|------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
| <b>Examen</b>    | <b>Niveau IV</b>        | <b>Epreuve</b> | <b>Matériel (2)</b> |
| <b>Référence</b> | <b>CTRM/MAT_06_2018</b> | <b>Durée</b>   | <b>5 min (oral)</b> |

## 1) Indiquer les dysfonctionnements courants pouvant survenir sur un gilet stabilisateur

- Fuite connectique DS : valve « shrader »
- Blocage inflateur (pas de maintenance, amas de sel) en inflation : risque de remontée rapide
- Fuite inflateur : joints toriques
- Fuites purges : souplesse ressort, marquage clapet caoutchouc, élément étranger
- Etanchéité cordura, enveloppe déchirée : gonflage inefficace
- Scratch / fermetures éclairs poches défectueux

## 2) Préciser l'entretien périodique à effectuer sur un gilet stabilisateur

- Rinçage à l'eau douce, séchage au sec non exposé au soleil
- Changement kit inflateur en cas de fuite ou de boutons « durs »
- Vérification étanchéité de l'enveloppe
- Graisse silicone sur fermeture éclair
- Rinçage à l'eau douce et purge complète en cas « d'hivernage » prolongé

## 3) Préciser le principe de fonctionnement d'un inflateur compensé et ses avantages

*Surface en opposition et arrivée MP latérale. Débit important pour gonflage gilet même en profondeur. Si variation de la MP, pas d'influence sur l'efficacité de l'inflateur*

## 4) Préciser l'entretien périodique à effectuer sur les masques et tubas club

*Rinçage à l'eau douce et désinfection (CDS) avec un produit à usage alimentaire pour élimination des bactéries, des virus*

## 5) Préciser les avantages et les inconvénients d'un Direct System de type AIR2 ou AIR SOURCE

|                                   | <i>Avantages</i>   | <i>Inconvénients</i>   |
|-----------------------------------|--|--|
| <b>AIR2<br/>ou AIR<br/>SOURCE</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Double fonction : inflateur et détendeur de secours (attention il ne peut remplacer un 2<sup>e</sup> détendeur, obligatoire pour un encadrant, même si il est placé sur 1<sup>er</sup> étage distinct)</li> <li>- Débit très important permettant une intervention (et une remontée) rapide à forte profondeur</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Flexibles MP de diamètre plus important. Un démontage de celui-ci est donc nécessaire dès que l'on souhaite utiliser son détendeur sur un gilet classique</li> <li>- La rapidité de gonflage peut surprendre une personne intervenant sur ce type d'inflateur : remontée rapide dans des faibles profondeurs et les risques qui en découlent (ADD, SP, ...)</li> <li>- Hors cadre Niveau 4 : Le formateur (initiateur ou moniteur) peut amener une cause d'échec sur l'apprentissage des remontées assistées en utilisant ce matériel. Il est préférable de privilégier du matériel « commun »</li> </ul> |

## 6) Donner un listing du matériel non obligatoire mais (fortement) recommandé en plongée pour la sécurité et/ou la découverte du milieu. Justifier vos choix

- Systèmes tranchants (couteau, sécateur, ciseau, ...) : utilisation en cas d'emmêlement dans un filet, bout, fil d'ariane, ...
- Avertisseur(s) subaquatique(s) type shaker ou autres pour binôme
- Sifflet simple ou sur DS : avertisseur sécurité surface
- Cyalume, miroir (obligatoire en NC), poudre : repérage surface par secours aérien en cas de dérive
- Petite lampe : découverte du milieu (bio), repérage surface
- Tuba : retour surface
- Planches ou livret bio immergeables : découverte du milieu
- Loupe : découverte du milieu
- Balise GPS (étanche) : appel des secours et des bateaux alentours
- Ardoise ou wetnote : communication binôme ou surface, prise de note observation milieu

## 7) Préciser les différents types de systèmes tranchants et donner leur fonction. Préciser les emplacements possibles sur un plongeur

- Types de systèmes tranchants (couteau, sécateur, ciseau, lame « easycut »...) : utilisation en cas d'emmêlement dans un filet, bout, fil d'ariane, ...
- Emplacement (ergonomique) sur le plongeur : A PROSCRIRE (à part si vous êtes nageur de combat) la cheville car lieu d'emmêlement surtout si le couteau sert à tenir le tuba. A PRIVILEGIER : triangle de vie (torse), sur DS, épaule, poche ou sur poignet/ordi

## **8) En dehors du parachute, préciser les différents éléments matériels permettant de se faire repérer par la sécurité surface ou les secours de jour et de nuit**

- *Réfléchisseurs sur combi, cagoule ou gilet*
- *Sifflet simple ou sur DS : avertisseur sécurité surface*
- *Cyalume, poudre, miroir (obligatoire en NC) : repérage surface par secours aérien en cas de dérive*
- *Petite lampe ou lampe flash : repérage surface*
- *Balise GPS (étanche) : appel des secours et des bateaux alentours*

## **9) Préciser les différents éléments matériels permettant de communiquer ou d'attirer l'attention de son binôme**

- *Avertisseur(s) subaquatique(s) type shaker ou autres pour binôme*
- *Sifflet simple ou sur DS*
- *Signaux de lampe*
- *Bruit avec couteau / plomb sur bloc*
- *Ardoise ou wetnote*

## **10) Préciser l'entretien courant à effectuer sur une combinaison de plongée**

- *Rinçage à l'eau douce et produit de nettoyage*
- *Séchage sur cintre dans un endroit sec non exposé au soleil*
- *Graisse silicone sur fermetures éclairs*
- *« Poudrage » col, poignets et chevilles sur semi et étanche*
- *Réparation déchirures*
- *Qualification vêtement étanche : révision purge et inflateur*

## **11) Préciser les avantages d'un parachute à soupape**

- *Pas d'entrée d'eau (bec de canard)*
- *Grand volume (relevage ancre, appui pour décompression pour un plongeur mal lesté ou dans houle)*
- *Solidité (double couture en plus du thermocollage)*
- *Anneau pour attache lampe flash pour repérage de nuit ou ardoise pour communication surface*
- *Lancement possible à forte profondeur si associé à un moulinet type « finger spool » (repérage surface en cas de dérive ou début de la décompression : deepstop et paliers en dessous de 6 m)*

## 12) Préciser les conseils qui pourraient s'avérer utiles à de jeunes N1 quant au choix du matériel PMT

### *Critères de choix :*

- ☐ *Masque : essai, marque, verre en plastique ou minéral, présence buée et sa prévention, réglage de la sangle, volume, champ de vision, possibilité de verres correcteurs, prix, ...*
- ☐ *Tuba : diamètre/volume, à soupapes, frontal pour nage avec palmes, embout, présence opercule pour éviter entrée d'eau, profilé, prix, ...*
- ☐ *Palmes : essai, marque, chasse / piscine / plongée, chaussantes / réglables, possibilité chaussons / bottillons, longueur, rigidité voileure, systèmes « fendu » / « spring » / « tuyères », systèmes de fixation pour les réglables (élastique, clips, ...), prix, ...*

## Questions supplémentaires ou en formation (PAS D'EVALUATION A L'EXAMEN) :

### a) Définir le terme « *triangle de vie ou d'or* » utilisé dans la plongée technique

*Ce terme vient des professionnels de la sécurité : militaire, secouriste, guide canyon / eaux vives, ... Le « triangle de vie » regroupe les emplacements sur le plongeur qui sont facilement accessibles (ergonomiques) quel que soit les conditions de plongée (nuit, caverne, épave, sans aucune visibilité, emmêlement dans un bout / fil d'Ariane, ...) et avec une seule main*

*Celui-ci est limité entre les 2 épaules et le nombril. Les poignets sont considérés dans le « triangle de vie ».*

*On y trouve tous les éléments nécessaires à la sécurité du plongeur : détendeur de secours, inflateur, ordinateur, éléments tranchants, parachute, ...*

# Domaine « *Ordinateurs & Décompression* »

| Examen    | Niveau IV        | Epreuve | Matériel (2) |
|-----------|------------------|---------|--------------|
| Référence | CTRM/MAT_06_2018 | Durée   | 5 min (oral) |

## 1) Préciser les différents types d'ordinateur de plongée

*Loisir, tek, multigaz, Nx limité (50%), taille, montre, console, type de logiciel (RGBM, Bulhmann, ...), réglages possibles (modes de fonctionnement, personnel, altitude, alarme, GF, ...), sonde HP (prise en compte de la conso. pour le calcul de la déco.), cardio-fréquencemètre (prise en compte du rythme cardiaque et donc des efforts pour le calcul de la déco.), type d'alarme (vibrations, code couleur, flèche, barographe, sonores, ...), visibilité écran, rétroéclairage, différentes couleurs, boutons de réglage (positions, nombre, défilement menus, ...), pile/batterie changeable (ou pas) par l'utilisateur, rechargeable (USB, induction, ...), connexion et configuration PC, utilisation recycleur, type de bracelet, résistance aux chocs, à la pression, ...*

## 2) Préciser les composants principaux d'un ordinateur de plongée

*Capteur de pression (profondeur) et de température (prise en compte dans le calcul de la déco.), afficheur, micro-processeur, ...*

## 3) Préciser les avantages et les inconvénients des sondes de pression installées sur le premier étage du détendeur et reliées à l'ordinateur par onde radio

|                             | <i>Avantages</i>  | <i>Inconvénients</i>   |
|-----------------------------|---|--|
| <b>Sonde de Pression HP</b> | <i>Redondance en terme de sécurité (à proscrire : utilisation seul), prise en compte de la consommation pour calcul de la déco, analyse plongée et consommation précise (planification), gestion par le GP de la pression bloc des plongeurs encadrés</i> | <i>Fragile, changement pile régulier, appairage souvent fastidieux, lecture intempestive de la pression d'autres blocs présents aux alentours, prix, ...</i> |

**4) Préciser la signification des indications suivantes : « NO DEC TIME », « CEILING » « ASC TIME » ou « STOP » affichées sur certains ordinateurs. Préciser si ces informations sont obligatoires ou recommandées. Argumenter vos réponses**

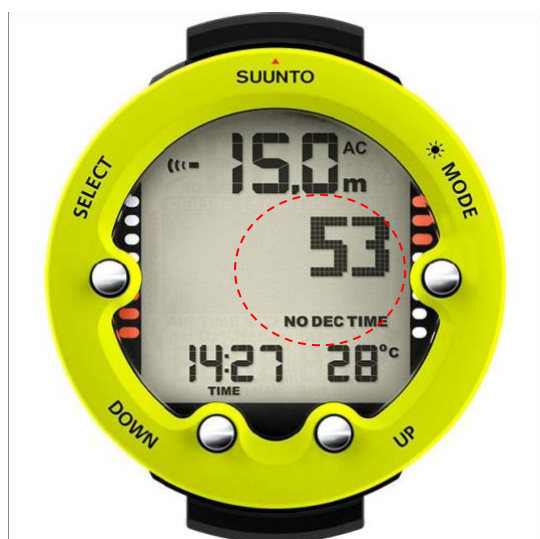
- **NO DEC TIME** : temps avant paliers. Ce temps diminue lorsque la profondeur ou la durée de la plongée augmentent. On peut le comparer à la courbe de sécurité des tables. C'est une indication mais ne doit pas être obligatoirement suivi si on effectue une plongée avec palier.

- **CEILING** : profondeur plafond ou palier « glissant ». N'indique pas une profondeur de palier fixe (3 / 6 / ... m) ou une zone de décompression mais une profondeur plafond à ne pas dépasser lors de la remontée. Cette profondeur est souvent associée à un temps de décompression. L'indication STOP est alors rajoutée. Cette indication est à respecter obligatoirement pour éviter un ADD.

*Niveau « Expertise » (compétence supérieure au niveau 4) :* lorsque la vitesse de remontée dépasse 10 m/min pendant un temps défini par le constructeur (Ex : 5 s), en raison par exemple d'exercices d'assistance, la formation rapide de micro-bulles ne respecte plus le modèle de décompression. Pour corriger cette situation, l'ordinateur ajoute un palier de sécurité obligatoire même après un temps de plongée très court. La durée de ce palier dépend de l'ampleur du dépassement de la vitesse de remontée.

- **ASC TIME** : Durée Totale de Remontée (DTR). Indique un temps comprenant la décompression (paliers) mais aussi la durée de remontée dépendant d'une vitesse de remontée (Ex. : 10 m/min) imposée par le constructeur. Les informations contenues dans cette indication seront à respecter obligatoirement mais la plongée peut continuer. Cette indication nous permet aussi de gérer notre autonomie en gaz.

- **STOP (seul)** : palier de sécurité (safety) souvent d'une durée de 3 min (dégressive) dans la zone 3/6 m. Il est conseillé de l'effectuer pour minimiser les risques d'ADD surtout si la plongée ou les plongeurs comportent des facteurs favorisant : courant, froid, effort, conditions physiques, expérience, ... Ce palier ne doit pas être effectué en cas de rappel des palanquées pour une évacuation d'une victime.





**5) Certains ordinateurs utilisent un logiciel de décompression basé sur le modèle RGBM. Préciser la signification de cette abréviation et en donner les principes élémentaires**

*RGBM : Reduced Gradient Bubble Model. Modèle de décompression basé sur l'étude des noyaux gazeux et des bulles asymptomatiques détectées par effet Doppler. Ce modèle est la finalité des travaux de SPENCER, HOFFMAN/YOUNT (VPM) et du Dr Bruce WIENKE. Les ordinateurs de la marque SUUNTO utilisent principalement ce modèle pour ces ordinateurs de plongée. Ce modèle préconise des paliers profonds (DEEPSTOP) et des vitesses de remontée très lentes (9 à 10 m/min).*

**6) Certains ordinateurs utilisent un logiciel de décompression basé sur le modèle de Bühlmann « ZH L 16 ». Préciser la signification de cette abréviation et en donner les principes élémentaires**

*ZH L 16 : Zurich Limit 16 Compartiments (le modèle Haldanien en possède 12). Ce modèle de décompression est basé sur les travaux du suisse Bühlmann qui détermine des M-Values pour chaque compartiment (dans le modèle Haldanien, on appelle cette limite des seuils critiques) à ne pas dépasser pour éviter l'apparition de bulles symptomatiques d'ADD. Les M-Values sont associées à des GF (Gradients Factors réglables sur les ordinateurs « TEK » qui permettent de « sécuriser » la décompression en proposant des paliers plus longs et éventuellement plus profond (réglages conservatisme).*

**7) Préciser la signification de l'indication suivante : « DEEPSTOP » et préciser si cette information est obligatoire ou recommandé. Argumenter votre réponse.**

*Un biologiste et des corailleurs se sont aperçus qu'en effectuant des courts arrêts lors de leurs remontées (afin de percer la vessie natatoire des poissons prélevés ou en déchargeant le corail rouge dans un panier), ils ressentaient des effets moindres pendant la phase de décompression en surface (fatigue). A partir de ces constatations, des travaux ont permis de mettre en évidence que des paliers profonds (DEEPSTOP) de 1 à 2 min (réglables sur certains ordinateurs et possibilité de les mettre en OFF) permettaient d'optimiser la décompression et de réduire le risque d'ADD en évitant des augmentations « brutales » du volume critique des bulles. En effet, ces bulles ne suivent pas parfaitement la loi de Mariotte (le volume augmente de façon inversement proportionnel à la pression). Ces DEEPSTOPS se situent aux alentours de la moitié de la*

*profondeur max et le premier palier « classique ».*

*Exemple : pour une plongée à 60 m et des paliers (obligatoires) à 3 et 6 m. Les DEEPSTOPS se situeront aux alentours de 27 et 11 m. Certains ordinateurs proposent des paliers profonds dès le dépassement de la profondeur de 20 m.*

*Ces DEEPSTOPS ne sont pas obligatoires mais recommandés par les ordinateurs utilisant le modèle RGBM et par les ordinateurs utilisant le principe des GF. Ils peuvent ne pas être effectués (désactivation dans le mode réglage avant la plongée ou pas d'arrêt aux profondeurs indiquées) au cours de la remontée sans grande conséquence sur les paliers obligatoires.*

*Certaines études démontrent qu'on augmente le risque d'ADD (FOP) et la « fatigue de décompression » si on ne les effectue pas. D'autres études (US Navy) démontrent, pour la plongée à l'air, que les tissus continuent à se charger en azote (pendant ces paliers profonds) en annulant, par conséquent, les bénéfices de la réduction de la croissance des microbulles. Pour les plongées au trimix, les paliers ne sont pas remis en question.*

*L'inconvénient des DEEPSTOPS est d'entraîner une augmentation de l'absorption d'azote pour les plus profonds et donc d'augmenter le temps des paliers de décompression (obligatoires).*

## **8) Préciser les différents moyens pour indiquer au plongeur sa vitesse de remontée**

*Barographe, flèche clignotante, alarme sonore, pourcentage de la vitesse préconisée, indication de la vitesse en m/s, alarme sonore, vibrations, code couleur, ... Certains ordinateurs permettent de paramétrer ces alarmes et éventuellement de les désactiver.*

## **9) Préciser la signification des réglages du type P0, P1, P2 ou L0 à L5**

*P pour Personnel. Il permet de régler un calcul de la décompression et une augmentation éventuelle des paliers en fonction de facteurs favorisant d'ADD du plongeur : âge, expérience, surpoids, fumeur, fatigue, antécédents d'ADD, ... C'est donc un réglage de conservatis*

## 10) Préciser les différents réglages possibles sur un ordinateur de plongée « moderne »

- Mode type de plongée : free, gauge, air, nitrox, trimix, CCR
- Réglages alarmes : profondeur, temps, vitesse de remontée, pression bloc, ...
- Réglages gaz : teneur en O<sub>2</sub> et He, Pp02, setpoint, ...
- Système métrique ou impérial
- Paramétrage Compas, déclinaison
- Réglage temps rétroéclairage

## 11) Préciser l'intérêt d'un ordinateur 2 gaz ou multi-gaz

*Ces ordinateurs ne sont pas à confondre avec un ordinateur proposant de l'air OU un nitrox mais pas de façon simultanée. Ils permettent des changements de gaz en fonction de la décompression et de l'utilisation des gaz par le plongeur. Un ordinateur 2G permet d'avoir un gaz FOND et un gaz DECO. Un ordinateur multi-gaz permet de gérer de 3 à 10 gaz différents : gaz FOND, TRAVEL, plusieurs DECO pour des plongées très engagées (TEK).*

## 12) Préciser les indications fournies par l'ordinateur de plongée en mode PLANIFICATION (SIMULATION)

*Les ordinateurs les moins « performants » indiquent dans ce mode le NO DEC TIME en fonction de la profondeur définie par le plongeur et d'une éventuelle décompression en cours (plongée successive). Ce mode permet de planifier une plongée sans déco. Certains ordinateurs plus « performants » permettent de planifier une plongée avec déco, que ce soit en mode monogaz ou en mode multigaz (en intégrant la profondeur idéale du gaz-switch). D'autres ordinateurs permettent de planifier la déco sous forme de run-time ou de profil de plongée.*

### Questions supplémentaires ou en formation (PAS D'EVALUATION A L'EXAMEN) :

#### a) Certains ordinateurs TEK permettent de régler des GF. Préciser la signification de cette abréviation et en donner les principes élémentaires

*GF : Gradients Factors. Les GFs permettent, au cours de la décompression, de ne pas atteindre les M-Values du modèle de Bühlmann afin de sécuriser la plongée et de réduire les risques d'ADD. Le GFs bas permet de proposer au plongeur des paliers profonds et le GF haut permet de rallonger les paliers obligatoires.*

#### b) Certains ordinateurs sont PREDICTIFS. Préciser la signification de ce terme

*Ces ordinateurs « TEK » permettent de calculer et de donner au plongeur la décompression en fonction des différents gaz programmés et en prenant en compte que vous allez obligatoirement les changer à une profondeur définie. Ils recalculent la décompression si pas de validation de ces changement*

### **c) Donner l'intérêt d'un SPOOL FINGER (moulinet basique) pour la gestion de sa décompression**

- *Attacher au mouillage : permet de s'éloigner de la zone de déco si plusieurs palanquées se retrouvent ensemble dans cette zone (« embouteillage » aux paliers), permet de se maintenir sans effort à proximité d'une zone de déco en cas de courant, permet d'éviter les accoups du bateau en cas de houle pendant la phase de décompression (respect des profondeurs imposées par les paliers obligatoires)*
- *Lancement possible du parachute à forte profondeur : repérage surface en cas de dérive permettant à la sécurité surface de fournir un bloc si panne d'air, repérage surface dès le début de la décompression (deepstop et paliers en dessous de 6 m), appui pour décompression pour un plongeur mal lesté ou dans houle*

### **d) Préciser la signification des réglages du type A0, A1 ou A2**

*A pour Altitude. Les ordinateurs de plongée possèdent un capteur de pression qui prend en compte la pression hydrostatique (dépendant de la profondeur) mais aussi la pression atmosphérique. Cette pression ATM variant en fonction de l'altitude, il n'est donc pas nécessaire « d'avertir » l'ordinateur d'une montée en altitude. Celui-ci peut d'ailleurs signaler automatiquement au plongeur cette montée en altitude par des icônes de montagnes ou d'autres indications. Ce réglage permet de simuler et de « faire croire » à l'ordinateur une éventuelle montée en altitude. L'ordinateur va calculer la décompression avec une profondeur fictive plus profonde (il indiquera toujours au plongeur la profondeur réelle) et donc proposera des temps de paliers plus importants. Cette augmentation des temps de décompression permet de sécuriser la plongée et de diminuer les risques d'ADD, c'est donc un réglage de conservatisme.*