**Aspects théoriques de l’activité**

Durée 1h30 Coefficient 3

**Exercice 1 – Equilibre et matériel : (6 pts)**

L’un de vos stagiaire MF1 ne comprends pas pourquoi ses élèves débutants se retrouvent régulièrement déstabilisés lorsqu’il leur demande de se mettre en position horizontale et finissent souvent posés au fond sur le dos avec « les 4 fers en l’air » !

En discutant avec lui, vous constatez qu’il comprend bien la notion de flottabilité et est capable de déterminer la quantité de lest et/ou d’air nécessaire pour être en flottabilité neutre quelle que soit la profondeur. En revanche, vous constatez qu’il ne comprend ni pourquoi il est important que ce lestage soit bien réparti, ni pourquoi certains matériels peuvent faciliter ou compliquer l’équilibre du plongeur et le maintien en position horizontale… les yeux vers le bas !

Vous souhaitez donc lui expliquer les notions fondamentales de l’équilibre en plongée, puis appliquer ces notions pour comprendre les difficultés rencontrées par ses plongeurs débutants.

Pour faciliter le raisonnement, vous considérez que ces plongeurs ont un matériel standard (bloc 12l, combinaison humide monopièce, gilet enveloppant) et qu’ils ne se déplacent pas (ils sont donc « statiques »). Sous ces conditions, les 2 seules forces en présence sont le poids et la poussée d’Archimède.

1. Définissez les notions de « centre de gravité » (appelé également « centre de masse ») et de « centre de poussée » (appelé également « centre de carène »). (2 points)

Pour être en flottabilité neutre dans l’eau, le poids et la poussée d’Archimède d’un plongeur doivent être d’égale intensité. Pour être parfaitement équilibré il faut de plus que le centre de gravité et le centre de poussée soient confondus.

En considérant que son poids et sa poussé d’Archimède sont parfaitement alignés, indiquez dans quel état d’équilibre se trouve un plongeur lorsque :

1. son centre de gravité est situé au-dessus de son centre de poussée. (0,5 point)
2. son centre de gravité est situé en-dessous de son centre de poussée. (0,5 point)
3. En vous aidant de ces notions, expliquez maintenant à votre stagiaire pédagogique pourquoi ses élèves débutants se retrouvent régulièrement déstabilisés en position horizontale et finissent souvent sur le dos avec « les 4 fers en l’air » ! (1 point)
4. Pensant avoir compris vos explications, votre stagiaire en déduit que l’utilisation d’un gilet à flottabilité dorsale (type « aile » par exemple) contenant un peu d’air et/ou d’un bloc en aluminium devraient limiter le risque de déstabilisation et de retournement de ses élèves débutants. Qu’en pensez-vous ? (2points).

**Exercice 2 – Gonflage nitrox : (8 pts)**

Vous êtes responsable technique d’un important club de bord de mer. Dans le cadre de son développement, le club souhaite proposer à ses adhérents des plongées Nitrox, et il décide alors de s’équiper de 3 bouteilles d’O2 de 50l à 200 bars pour pouvoir gonfler ces blocs par transvasement d’O2 puis complément à l’air avec le compresseur. Vous considèrerez que les B50 sont toujours ouvertes en même temps et vidées en parallèle.

Le club envisage de faire 20 plongées nitrox par semaine durant la période estivale (durée 20 semaines) et en moyenne 8 plongées nitrox par semaine durant la saison hivernale (26 semaines car le club est fermé durant 6 semaines).

Note : Pour tous les calculs, vous pourrez arrondir les résultats obtenus à 2 chiffres après la virgule.

Les plongées Nitrox sont toujours réalisées avec les mêmes blocs de 15l gonflés à 200b avec un mélange à 32%. En tant que responsable technique, vous envisagez 2 possibilités pour gonfler chaque bloc : en vidant les blocs totalement lorsqu’ils reviennent de plongée (méthode 1) ou en les complétant pour les ramener à une pression de 200 bars (méthode 2 en considérant qu’ils ont une pression résiduelle de 50 bars).

1. Indiquer, en justifiant votre réponse par le calcul, si l’une de ces 2 méthodes permet d’utiliser au mieux les B50 d’oxygène (en tenant compte de la quantité d’oxygène dans les B50 qu’il ne vous sera pas possible d’utiliser). (5 points)
2. Si ce n’est pas le cas, indiquez la méthode qui, du point de vue pratique, serait préférable, en justifiant votre point de vue (3 points).

**Exercice 3 – Organisation : (6 pts)**

Votre club organise un examen N4 pour 6 candidats, avec la délégation de la CTR, devant se dérouler sur un week-end (du vendredi 17h au dimanche 13h au plus tard). En tant que MF2, il vous demande de l’organiser et vous disposez pour cela :

* + des moniteurs du club (vous-même MF2 et 5 MF1)
  + 2 MF2 externes au club, fournis par la CTR, dont un sera délégué de la CTR
  + un bateau avec son pilote, pouvant embarquer 20 personnes (dont le pilote)
  + une salle de cours pouvant accueillir 15 personnes
  + du matériel nécessaire à l’ensemble des situations d’examen

Votre zone de plongée vous permet d’assurer des sorties dans toutes les conditions, sur des sites présentant des caractéristiques suffisantes au déroulement des épreuves, et à 20 min maximum de navigation du port d’attache.

Les 9 candidats ont été formés au cours de la saison, de manière continue, par l’ensemble des moniteurs du club.

Vous assumerez également le rôle de président du jury, avec l’accord du président de la CTR.

1. Comment constituez-vous votre jury ? Justifiez vos choix (2 points)
2. Pour votre organisation, quels sont les points clés que vous prenez en compte ? (1 point)
3. Proposez un planning respectant ces points clés. (3 points)

Référentiel de correction

**Exercice 1 – Equilibre et matériel : (6 pts)**

L’un de vos stagiaire MF1 ne comprends pas pourquoi ses élèves débutants se retrouvent régulièrement déstabilisés lorsqu’il leur demande de se mettre en position horizontale et finissent souvent posés au fond sur le dos avec « les 4 fers en l’air » !

En discutant avec lui, vous constatez qu’il comprend bien la notion de flottabilité et est capable de déterminer la quantité de lest et/ou d’air nécessaire pour être en flottabilité neutre quelle que soit la profondeur. En revanche, vous constatez qu’il ne comprend ni pourquoi il est important que ce lestage soit bien réparti, ni pourquoi certains matériels peuvent faciliter ou compliquer l’équilibre du plongeur et le maintien en position horizontale… les yeux vers le bas !

Vous souhaitez donc lui expliquer les notions fondamentales de l’équilibre en plongée, puis appliquer ces notions pour comprendre les difficultés rencontrées par ses plongeurs débutants.

Pour faciliter le raisonnement, vous considérez que ces plongeurs ont un matériel standard (bloc 12l, combinaison humide monopièce, gilet enveloppant) et qu’ils ne se déplacent pas (ils sont donc « statiques »). Sous ces conditions, les 2 seules forces en présence sont le poids et la poussée d’Archimède.

1. Définissez les notions de « centre de gravité » (appelé également « centre de masse ») et de « centre de poussée » (appelé également « centre de carène »). (2 points)

*Le centre de gravité est le point d’application de la force de gravité (i.e. : le poids).*

*Le centre de carène est le point d’application de la poussée d’Archimède. Il correspond au centre de gravité du volume de liquide déplacé par le corps que l’on vient d’immerger.*

Pour être en flottabilité neutre dans l’eau, le poids et la poussée d’Archimède d’un plongeur doivent être d’égale intensité. Pour être parfaitement équilibré il faut de plus que le centre de gravité et le centre de poussée soient confondus.

En considérant que son poids et sa poussé d’Archimède sont parfaitement alignés, indiquez dans quel état d’équilibre se trouve un plongeur lorsque :

1. son centre de gravité est situé au-dessus de son centre de poussée. (0,5 point)
2. son centre de gravité est situé en-dessous de son centre de poussée. (0,5 point)

*b) Lorsque le centre de gravité est situé au-dessus du centre de poussée, le plongeur est en équilibre instable.*

*c) Lorsque le centre de gravité est situé en-dessous du centre de poussée, le plongeur est en équilibre stable.*

1. En vous aidant de ces notions, expliquez maintenant à votre stagiaire pédagogique pourquoi ses élèves débutants se retrouvent régulièrement déstabilisés en position horizontale et finissent souvent sur le dos avec « les 4 fers en l’air » ! (1 points)

*Du fait du poids du bloc dans le dos, le centre de gravité du plongeur se trouve généralement au-dessus du centre de poussée. Le plongeur est donc dans une situation d’équilibre instable. La moindre variation de position va rompre cet équilibre instable. Si le plongeur ne compense pas cela pour revenir dans sa position initiale d’équilibre, ce qui est généralement le cas pour les plongeurs débutants qui ne connaissent pas cette situation, le « système » va rejoindre une situation d’équilibre stable avec le bloc en dessous et les poumons au-dessus… ce qui correspond à cette situation « des 4 fers en l’air ».*

1. Pensant avoir compris vos explications, votre stagiaire en déduit que l’utilisation d’un gilet à flottabilité dorsale (type « aile » par exemple) contenant un peu d’air et/ou d’un bloc en aluminium devraient limiter le risque de déstabilisation et de retournement de ses élèves débutants. Qu’en pensez-vous ? (2 points).

*Votre stagiaire a bien compris le principe de l’équilibre.*

*En position horizontale, lorsqu’il contient de l’air, la vessie d’un gilet à flottabilité dorsale vient envelopper le bloc. Cela remonte donc le centre de poussée et peut le faire passer au-dessus du centre de gravité. Le plongeur se retrouve alors dans un équilibre stable.*

*Les blocs en aluminium sont moins denses que les blocs en acier. Pour un même volume global ils sont donc moins lourds (c’est pourquoi un bloc aluminium vide flotte). Leur utilisation entraîne donc un abaissement du centre de gravité, ce qui a tendance a améliorer la stabilité de l’équilibre en position horizontale.*

**Exercice 2 – Gonflage nitrox : (8 pts)**

Vous êtes responsable technique d’un important club de bord de mer. Dans le cadre de son développement, le club souhaite proposer à ses adhérents des plongées Nitrox, et il décide alors de s’équiper de 3 bouteilles d’O2 de 50l à 200 bars pour pouvoir gonfler ces blocs par transvasement d’O2 puis complément à l’air avec le compresseur. Vous considèrerez que les B50 sont toujours ouvertes en même temps et vidées en parallèle.

Le club envisage de faire 20 plongées nitrox par semaine durant la période estivale (durée 20 semaines) et en moyenne 8 plongées nitrox par semaine durant la saison hivernale (26 semaines car le club est fermé durant 6 semaines).

Note : Pour tous les calculs, vous pourrez arrondir les résultats obtenus à 2 chiffres après la virgule.

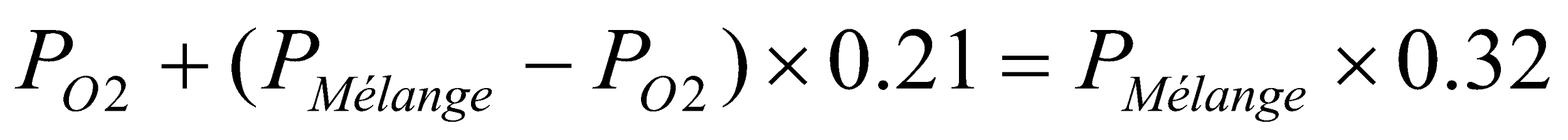
Les plongées Nitrox sont toujours réalisées avec les mêmes blocs de 15l gonflés à 200b avec un mélange à 32%. En tant que responsable technique, vous envisagez 2 possibilités pour gonfler chaque bloc : en vidant les blocs totalement lorsqu’ils reviennent de plongée (méthode 1) ou en les complétant pour les ramener à une pression de 200 bars (méthode 2 en considérant qu’ils ont une pression résiduelle de 50 bars).

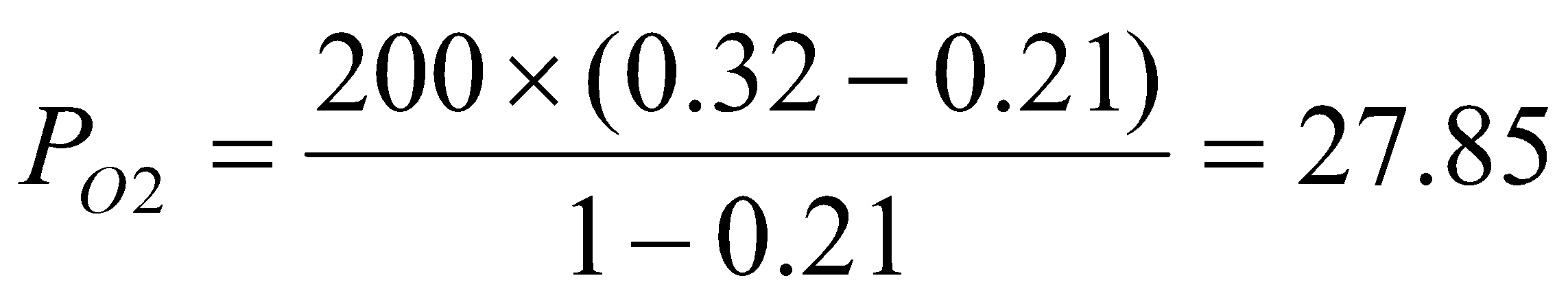
1. Indiquer, en justifiant votre réponse par le calcul, si l’une de ces 2 méthodes permet d’utiliser au mieux les B50 d’oxygène (en tenant compte de la quantité d’oxygène dans les B50 qu’il ne vous sera pas possible d’utiliser). (5 points)

*Méthode 1 – en vidant les blocs lorsqu’ils reviennent de plongée (2 points)*

*Les blocs étant tous vides, on va d’abord mettre de l’O2 pur, puis compléter avec de l’air pour obtenir le bon mélange. Le taux d’O2 étant la clé, on peut calculer la pression d’oxygène à mettre au début de la manière suivante :*

*La pression d’air à mettre est la différence entre la pression totale recherchée (càd 200b) et la pression d’oxygène déjà présente dans le bloc (provenant de l’étape de transvasement avec la B50). On obtient alors :*



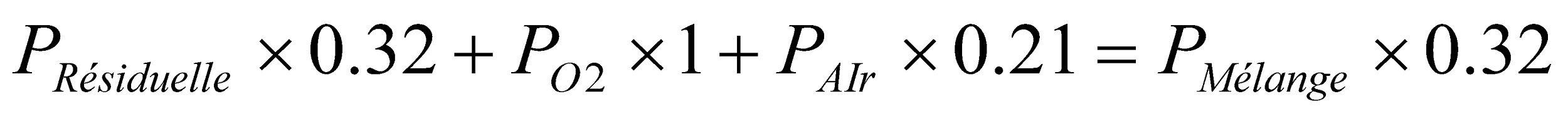
Et donc : 

*Pour gonfler nos blocs à 200 bars avec un mélange 32/68, il nous faut donc injecter 27,85 bars d’oxygène, puis 172,15 bars d’air.*

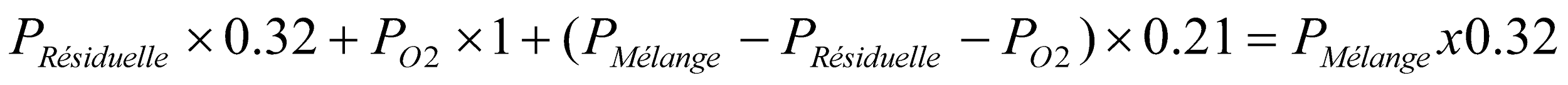
*Pour gonfler une bouteille, il nous faut  417,75 l d’O2 (=15 x 27,85), et nous ne pourrons pas descendre en dessous de 27,85 bars dans les B50. Le volume total d’O2 utilisable dans les B50 est donc de 25822,5 L ( (200 – 27,85) x 50 x 3), ce qui représente un total de 61,8 bouteilles regonflées (25822,5 / 417,75).*

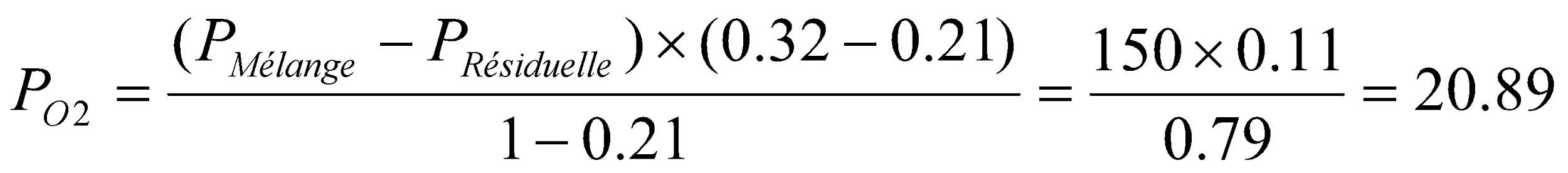
*Méthode 2 – En complétant les blocs dans lesquels il reste 50 bars de Nitrox (2 points).*

*On peut refaire les mêmes calculs d’équilibre des pressions :*



*On considère que la pression d’air à injecter est la différence entre la pression souhaitée d’un côté et la pression résiduelle ajoutée de la pression d’oxygène injectée de l’autre côté, ce qui donne après réduction :*



Et donc : 

*Il nous faut donc injecter 20,89 bars d’ O2, puis 129,11 bars d’air (200 – 50 -20,89).*

*Pour gonfler une bouteille, il nous faut  313,35 L d’O2 (15 x 20,89), et nous ne pourrons pas descendre en-dessous de 70,89 bars dans la B50.*

*Le volume total d’O2 disponible est donc de 19366,5 L ( (200 – 70,89) x 50 x 3), ce qui représente un total de 61,8 bouteilles regonflées (19366,5 / 313,35).*

*En terme d’utilisation d’O2, les 2 méthodes sont donc équivalentes.*

1. Si ce n’est pas le cas, indiquez la méthode qui, du point de vue pratique, serait préférable, en justifiant votre point de vue (3 points).

*D’un point de vue pratique, la méthode 2 présente néanmoins les avantages suivants :*

* *Gain de temps car elle évite de devoir attendre pour vider les blocs à la fin de la plongée.*
* *Gain de temps au gonflage car elle nécessite de faire tourner le compresseur moins longtemps.*

*La méthode 2 est donc, au final, préférable à la méthode 1.*

***Remarque (hors correction).***

*La méthode 2 permet également d’ optimiser la consommation d’oxygène, car on peut envisager de mixer les 2 méthodes en gonflant par complément les 60,8 bouteilles possibles (i.e. : méthode 2), puis de gonfler les autres blocs en vidant auparavant les blocs nitrox tant qu’il restera plus de 28 bars dans les B50 (i.e. : méthode 1).*

**Exercice 3 – Organisation : (6 pts)**

Votre club organise un examen N4 pour 6 candidats, avec la délégation de la CTR, devant se dérouler sur un week-end (du vendredi 17h au dimanche 13h au plus tard). En tant que MF2, il vous demande de l’organiser et vous disposez pour cela :

* + des moniteurs du club (vous-même MF2 et 5 MF1)
  + 2 MF2 externes au club, fournis par la CTR, dont un sera délégué de la CTR
  + un bateau avec son pilote, pouvant embarquer 20 personnes (dont le pilote)
  + une salle de cours pouvant accueillir 15 personnes
  + du matériel nécessaire à l’ensemble des situations d’examen

Votre zone de plongée vous permet d’assurer des sorties dans toutes les conditions, sur des sites présentant des caractéristiques suffisantes au déroulement des épreuves, et à 20 min maximum de navigation du port d’attache.

Les 9 candidats ont été formés au cours de la saison, de manière continue, par l’ensemble des moniteurs du club.

Vous assumerez également le rôle de président du jury, avec l’accord du président de la CTR.

1. Comment constituez-vous votre jury ? Justifiez vos choix (2 points)

*Au total, il y a 3 MF2 et 5 MF1 susceptibles d’être au jury. Cependant, le nombre de jurés E4 doit être supérieur ou égal au nombre de E3. On choisira donc de faire un jury avec 3 MF2 et 3 MF1.*

*Le MFT imposant que dans les ateliers, il y ait toujours a minima un E4, nous ferons au maximum 3 ateliers, chacun composé d’un MF2 et d’un MF1 (sauf pour les épreuves du groupe 1).*

1. Pour votre organisation, quels sont les points clés que vous prenez en compte ? (1 points)

*La problématique majeure de cet examen est qu’il y a plus de candidats que de jurys et que l’on va devoir assurer la sécurité de tout le monde de manière optimale. On va donc devoir se débrouiller en particulier pour que les jurys n’effectuent pas trop de remontées à la suite (exemple : un jury qui prendrait 3 remontées de 40 m). Dans ce cas précis, on respectera les recommandations de la CTN en termes d’ateliers verticaux au cours d’une séance (soit 3 pour les DTMR et 2 pour les plongées à 40m).*

*De même, on va éviter d’avoir des profils de plongée inversés (ex : un candidat qui ferait la DTMR le matin et la 40 l’après-midi).*

*Il va également être important de ne pas réaliser d’efforts importants après une plongée (ex : 800 m après la plongée à 40m).*

*Du point de vue des épreuves prises individuellement, il faut également que la temporisation prenne en compte tous les facteurs : pas seulement une épreuve et sa durée, mais éventuellement les temps de trajet, les temps de briefing pour expliquer clairement le déroulement d’une épreuve ou le temps nécessaire pour se rincer et ranger son matériel après une plongée. Tout enchaînement prévu trop serré oblige les candidats comme les jurys à se presser et est générateur de stress, donc à éviter.*

*Enfin, pour s’assurer qu’il y ait la meilleure impartialité possible, l’ensemble des candidats devraient passer avec l’ensemble des jurys.*

1. Proposez un planning respectant ces points clés. (3 points)

*Le planning doit tenir compte des points exposés aux questions précédentes. Il doit aussi réussir à intégrer toutes les épreuves en 3 plongées, ce qui est difficile en particulier pour les épreuves à 40m (seulement 3 jurys ne peuvent prendre que 6 candidats dans les conditions décrites précédemment). La solution pourra par exemple intégrer du nitrox pour un jury a minima (celui qui aura 3 plongeurs pour les épreuves à 40m), permettant ainsi de rester dans les préconisations de la CTN.*

*Un exemple de planning :*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Vendredi | | |  |
| Heure | Activité | Lieu | Remarques/Commentaires |
| 17h-17h20 | Accueil / administratif | Salle |  |
| 17h30 - 18h10 | Mannequin (40 min) | Plage à côté du club |  |
| 18h30 - 19h15 | Théorie - décompression | Salle |  |
| 19h15 - 20h | Théorie - Anat-Physio | Salle | On veillera à faire surveiller cette épreuve par des jurys qui ne corrigent pas l’épreuve de décompression. |
|  |  |  |  |
| Samedi | | |  |
| Heure | Activité | Lieu |  |
| 7h45-8h | Réunion de jury | Salle |  |
| 8h - 8h15 | Présentation du jury | Salle | Les jurés ne sont pas forcément tous là le vendredi soir (les épreuves ne nécessitent que peu de monde pour la surveillance) , d’où l’utilisation de ce créneau. |
| 8h30-10h | 800 m  Apnée | Bateau, par exemple le long de la digue du port | Epreuves physiques et apnée avant les plongées pour limiter le risque |
|  |  |  |  |
| 10h - 11h30 | Epreuves à 40m (descente - IPD) | Bateau, site adapté |  |
|  |  |  |  |
| 11h45-12h30 | Théorie – aspects théoriques | Salle |  |
|  |  |  |  |
| 14h-14h45 | Théorie – réglementation | Salle |  |
| 14h45 - 16h45 | Conduite de palanquée | Bateau, site adapté |  |
| 17h30 - 18h30 | Matelotage | Bateau, à quai |  |
|  |  |  |  |
| Dimanche | | |  |
| Heure | Activité | Lieu |  |
| 8h30 - 9h | 500m capelé | Bateau, par exemple le long de la digue du port |  |
| 9h15 -9h30 | Briefing DTMR | Bateau, site adapté |  |
| 9h30 - 10h00 | DTMR | Bateau, site adapté |  |
| 10h30 - 12h00 | Matériel | Salle + bateau, à quai |  |
| 12h - 12h45 | Délibérations | Salle |  |
| 13h | Annonce des résultats | Salle |  |

Et un exemple de répartition des candidats dans les différents jurys :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Epreuve | Jury 1 | Jury 2 | Jury 3 |
| Epreuves 40 m | 1 - 2 | 3 - 4 | 5 - 6 |
| Conduite de palanquée | 3 - 4 | 5 - 6 | 1 - 2 |
| DTMR | 5 – 6 | 1 – 2 | 3 – 4 |
| Matelotage | 1 – 2 | 3 – 4 | 5 – 6 |
| Matériel | 3 - 4 | 5 - 6 | 1 - 2 |

*Quelques précisions sur cet exemple :*

1. *Les corrections des épreuves théoriques se font par les jurés qui ne surveillent pas, en parallèle des épreuves (et bien sur en décalé : par exemple la correction de la décompression se fait pendant l’épreuve d’anat-physio). La dernière correction de théorie peut se faire en parallèle de l’épreuve de matelotage (2 jurys n’ont que 2 candidats et finiront plus tôt)*
2. *Il peut être utile de faire plonger tous les jurés au nitrox*.