

## CRFI 2016/003 : Rupture de paliers en formation

*Préambule : Le récit et les recommandations qui en découlent ont pour objectif unique la prévention des accidents ; il ne s'agit nullement de déterminer des fautes ou des responsabilités.*

### Récit du déclarant :

Elève, 47 ans, en début de formation N4 avec peu de plongées techniques N4.

Reprise de la plongée depuis le WE précédent, suite à un barotraumatisme de l'oreille ayant occasionné une interruption d'un mois.

270 plongées environ dont 190 en tant que N3.

Ordinateur Suunto D4i.

Gilet stabilisateur Marès.

### *Récit du moniteur :*

Vérification du lestage : d'habitude l'élève plonge avec 2x9 litres d'un poids de 20kg. A cela il rajoute 4kg de plomb soit un poids apparent de 6 kg.

La veille, il a plongé avec un 15 litres de 18 kg et un lestage de 4kg, soit un poids apparent de 7kg. Je lui ai demandé de mettre un kg dans la poche de son gilet avant la mise à l'eau afin de pouvoir le retirer si nécessaire. Une fois à l'eau j'ai vérifié son lestage, et j'ai préféré lui laisser le kg contenu dans son gilet tout simplement parce que son immersion n'était pas franche du tout.

L'exercice proposé était le suivant :

- Vidage De Masque (VDM) sur 38 m afin de vérifier sa stabilisation, son stress : ok, remontée de 1m.
- 2 remontées de 40m/20m avec un arrêt franc à 30m, 25m, 20m pour un travail de Poumon Ballast (PB).
- Je lui ai également proposé de continuer cette remontée fractionnée jusqu'à 5m (arrêt franc à 15m, 10m, 5m) si lors des deux remontées 40m/20m, tout se passe bien.

A chaque descente dans le bleu je l'ai fait descendre en « feuille morte », jamais tête en bas.

Lors de la 1<sup>ère</sup> remontée il y a eu confusion de boutons sur mon inflateur, si bien qu'au lieu de dégonfler ma stab, il l'a regonflée. Nous étions assez profonds et pas d'incidence.

Lors de la 2<sup>ème</sup> remontée une nouvelle confusion vers les 20m, puis une troisième sur les 10m. J'ai arrêté l'exercice, mais j'ai commencé à remonter, l'entraînant avec moi. Le temps de purger sa stab et la mienne, nous nous sommes retrouvés sur les 5m. Et là c'est le contraire qui s'est produit, il lui a été impossible de s'arrêter, je me suis accroché à lui sans pouvoir le maintenir et nous nous sommes retrouvés en surface. La vitesse de remontée entre 5/0m a été correcte. J'avais 5min de palier et lui une minute. Nous sommes immédiatement réimmergés pour faire les paliers (j'ai rajouté 3min en plus de palier). Il lui était impossible de se maintenir, n'arrétant pas de faire des

« allers retours » entre 6 et 2 mètres et cela durant toute la durée des paliers. Et cela m'a bien stressé à mon tour.

Pour moi je pense qu'il s'agit d'un stress entraînant un mauvais usage du PB. Le plongeur ne me semblait pourtant pas si stressé. Le VDM s'est bien passé, bien que je me sois posé la question de savoir s'il n'y avait pas un début de narcose du fait qu'il a mis un certain temps avant de comprendre ce qu'il devait faire. Une fois compris il a enlevé son masque rapidement et il est remonté d'un petit mètre. Puis il a compris sans hésitation ma communication pour l'exercice de remontée. J'ai écarté la narcose.

Est-ce le fait de se rendre compte de ses erreurs de boutons sur mon inflateur qui l'a stressé ? L'exercice en lui-même ?

Ne connaissant pas ce plongeur, aurais-je dû interrompre les exercices à 20m ? mais en même temps il faut bien une progression et la 1<sup>ère</sup> remontée s'était bien passée.

De plus j'avais pris la décision de lui laisser son kilo « de trop ». Est-ce une erreur ? avec un kg de moins je pense que nous serions remontés plus vite vers la surface.

A-t-il été vraiment narcosé et je suis passé à côté ? Pourtant lors de notre redescente il n'y a pas eu de problème de communication (enfin du moins je n'ai pas eu cette impression)

Est-ce que le capelé fait avant ne l'a pas perturbé ? fatigué ?

Doit-on les considérer comme de futurs N4 ou bien comme des plongeurs peu aguerris : aurait-il fallu que je m'assure que l'expiration était correcte lors de la vérification de lestage ?

### ***Compléments d'information :***

Moniteur :

56 ans

MF1 depuis 2012

230 plongées d'enseignement depuis 2012

Environ 700 plongées au total

5 plongées dans les 30 derniers jours.

Ordinateur Galiléo Sol.

Gilet stabilisateur Marès Hybrid Pro tek.

### ***Récit complémentaire du moniteur :***

« En analysant ma courbe de plongée, lorsque je passe le curseur sur la dernière remontée, au début de cette remontée (40m) mon ordi indique « no stop 1min », et à 10m, je n'ai non seulement aucun palier, mais j'ai un no stop de 152min.

A partir des 10m, le fait d'avoir ma stab regonflée, nous remontons, mon ordinateur affiche « montée trop rapide » mais je ne vois plus si j'ai ou non des paliers, et c'est quand je sors que mon ordinateur me dit de faire 6min à 3m. (et non 5min comme je croyais l'avoir lu).

Mon ordinateur affiche « no stop +temps » puis profondeur palier/tps/DTR.

Je croyais avoir fait une erreur de lecture lors de la remontée : pour ces exercices de remontées je fais en sorte qu'il n'y ait pas de paliers. Justement pour éviter ce genre d'incident.

Pourquoi mon ordinateur m'a indiqué en surface ces paliers ? Vitesse trop rapide dans les derniers mètres ? Je ne trouve rien dans la notice qui puisse m'expliquer cela.

Et j'ai vérifié : je n'avais pas durci mon ordinateur. »

Le moniteur n'a pas replongé l'après-midi.

***Récit complémentaire de l'élève :***

« Lors de la seconde remontée, j'ai effectivement percé la surface.

J'ai réussi à redescendre dans la foulée.

En revenant à 5 m ou j'ai rejoint le moniteur, je lui ai expliqué que je n'avais pas compris pourquoi j'étais remonté de 5m à la surface.

Mon ordinateur par contre m'indiquait 1min de palier à 3m, sachant que ce dernier est calibré avec 1min de sécurité à 3 m.

Le moniteur m'a indiqué qu'il avait 5 min de palier à 3 m.

Pour signaler notre position au bateau, j'ai sorti mon parachute et là j'ai de nouveau percé la surface car la longueur de ma corde ne dépasse pas 6 m.

Manque de longueur + la houle a fait que je n'ai pas réussi à accompagner le moniteur pour ses 5 min de paliers.

Pas de narcose ni stress en particulier, sauf l'après-midi où ma crainte lors de la plongée GP, était de ne pas tenir le palier du fait des évènements du matin. »

## Analyse et recommandations :

L'étude des profils de plongée fournis en annexe 1 indique que :

- La descente vers la profondeur du premier palier de stabilisation est effectuée jusque 37m à une vitesse moyenne de 13m/min après une pause effectuée par le moniteur à 10m ;
- le premier palier de stabilisation dure 3min avec des variations de profondeur marquées entre 36 et 41m ;
- la première remontée fractionnée est alors initiée de 41m avec des arrêts programmés à 35, 30, 25 puis 20m ; cette première remontée se caractérise par une maîtrise approximative (extraction très lente, redescente de 5m à 28m après un emballement, remontée de 33m vers 30m avec un emballement initial et une stagnation à 23m).

Cette première remontée fractionnée est interrompue à 19m où une redescente rapide d'environ 28m/min est effectuée jusque 40m en moins de 1min avec un palier de 15s à 30m ;

- la seconde remontée fractionnée est débutée au bout de 13min d'immersion avec des arrêts comme prévus à 30m, 25m, 20m, 15m et 10m ; la vitesse de remontée est faible mais semble plus maîtrisée jusque 15m.

Les vitesses moyennes de remontée par tranche sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tranche	40-30m	30-25m	25-20m	20-15m	15-10m
Vitesse moyenne	7m/min	12m/min	8m/min	8m/min	14m/min

- une remontée rapide avec emballement est alors observée de 10m à la surface (sans arrêt à 5m) à une vitesse moyenne d'environ 23m/min ;
- le retour en surface est effectif après un peu plus de 17min d'immersion ;
- une ré-immersion est immédiatement réalisée jusque 10m puis 6min de paliers à 5m sont effectués ;
- lors de ces paliers, la profondeur varie entre 3 et 7m ;
- la remontée des paliers à 5m à la surface est effectuée en moins de 25s soit à la vitesse moyenne de 23m/min.

La plongée est effectuée dans le cadre d'une formation Niveau 4 ; les exercices de remontées partielles et fractionnées proposés par le moniteur sont progressifs et doivent permettre à l'élève de travailler la stabilisation en espace lointain et la gestion de la remontée.

Le lestage « optimum » de l'élève a été estimé par le calcul avant la plongée puis vérifié à l'immersion.

Les recommandations de la CTN sur le nombre maximum de remontées lors des exercices de remontée sont respectées<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Les recommandations de la CTN pour les ateliers verticaux sont :

- 4 cycles maximum dans la zone des 20 mètres.
- 3 cycles maximum dans la zone des 20 à 30 mètres.
- 2 cycles maximum au-delà de 30 mètres.

Pour les encadrants, 3 cycles maximum au-delà de 30 mètres et jusqu'à 40 mètres si plongée au nitrox.

Toutes ces limitations ne valent que dans des conditions de plongée usuelles. Elles peuvent être plus restrictives dans certaines conditions (courant excessif, faible visibilité, eau froide, méforme physique, etc ...).

*Précision : on appelle cycle une immersion jusqu'à la profondeur de travail suivie d'une remontée jusqu'à la zone de surface (espace proche), ce qui exclut les remontées partielles (départ fond, remontée jusqu'à mi-profondeur ainsi que les procédures de sécurité).*

S'il est pertinent de ne pas poursuivre d'exercice de remontée lorsque des paliers sont indiqués, il faut bien être conscient que la saturation effective même en l'absence de paliers indiqués risque de conduire à des paliers si la vitesse de remontée n'est pas maîtrisée.

**Recommandation n°1 :** Dans le cadre de plongée de formation comportant des ateliers verticaux, il convient, comme cela a été fait ici, de privilégier les remontées partielles, de s'assurer du lestage correct de l'élève et de respecter les préconisations de la CTN.

La dernière remontée devra être engagée bien avant l'arrivée des paliers afin de demeurer dans la courbe sans paliers même en cas d'absence de maîtrise de la vitesse de remontée.

Le moniteur devra être particulièrement attentif à la maîtrise de cette dernière lors de l'arrivée dans l'espace proche.

Lors des remontées, il y a eu de multiples confusions pour l'élève entre le bouton de purge lente et le bouton de gonflage de l'inflateur du gilet du moniteur notamment lors de la dernière remontée à 20m puis 10m occasionnant une remontée rapide de 10m à la surface.

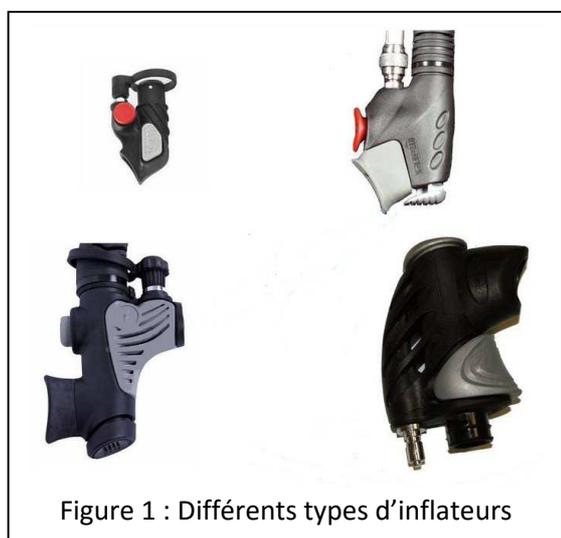


Figure 1 : Différents types d'inflateurs



Figure 2 : Contrôle du gilet par utilisation de la purge haute

Sur la figure 1, on peut constater la diversité de présentation des boutons de purge et de gonflage sur les inflateurs du marché. Une constante semble se dégager toutefois : Le bouton de gonflage est le bouton le plus proche du tuyau Moyenne Pression de l'inflateur.

Les raisons que l'on peut avancer sans certitude pour expliquer les confusions de l'élève sont :

- Un stress lié à la réussite de l'exercice au cours d'une formation niveau 4 (les spécificités de cette formation seront rappelées plus tard) ;
- une altération de la conscience du fait d'un début de narcose ;
- un manque de sensations sur la valeur de la vitesse de remontée.

La méconnaissance du matériel de l'assisté ne peut être retenue dans le cas présent car le matériel du moniteur et de l'élève est de la même marque ; cependant, il faut rappeler la nécessité lors de ce type d'exercice et plus généralement lors de toute plongée de prendre connaissance du matériel utilisé par les membres de sa palanquée.

On peut ajouter que le choix de l'utilisation de la purge haute en tenant le fil de commande au niveau de la purge pour plus de finesse dans l'action évite le risque de confusion (figure 2).

**Recommandation n°2 :** Dans le cadre d'une plongée de formation, le moniteur s'attachera à créer un climat propice à la réussite de l'élève. En particulier, il devra veiller à l'absence de stress excessif pouvant nuire à la séance voire à la sécurité de cette dernière.  
Des données sur le stress en plongée sont présentées en annexe 2.

A la suite de la remontée rapide, l'ordinateur du moniteur indique en surface que des paliers sont à réaliser.

Les membres de la palanquée étant en mesure de se ré-immerser, la décision de redescente immédiate pour effectuer les paliers qui sont apparus lors de la remontée rapide est opportune. En revanche, s'agissant d'une procédure de rattrapage, il aurait été judicieux que le moniteur prenne à son compte les actions de sécurité dont le lâcher de parachute afin d'éviter que l'élève ne se mette plus en difficulté. Dans tous les cas, l'action de formation doit être interrompue.

**Recommandation n°3 :** Dans le cadre d'une plongée de formation, en cas de mise en place d'une procédure de rattrapage, l'action de formation est interrompue et le moniteur prend à sa charge les actions de sécurité.

Dans le cas étudié, l'élève n'est pas en mesure de tenir correctement les paliers, les raisons les plus probables sont :

- Une purge insuffisante de son gilet ;
- une hyperventilation liée au stress ;
- un lestage trop juste ne permettant pas la tenue des paliers.

Il s'en est suivi une série d'aller-retours de 6 à 2m de l'élève ; outre le fait majeur que le plafond des paliers de 3m n'est pas respecté ce qui peut déjà conduire en soi à un accident de désaturation, ces allers-retours même en respectant le plafond de palier peuvent être générateurs d'accident en cas de compressions thoraciques suite à des manœuvres de Valsalva répétées.

**Recommandation n°4 :** Dans le cadre d'une plongée de formation, le moniteur doit pouvoir assurer la tenue des paliers de ses élèves en disposant par exemple d'un lestage supplémentaire éventuellement amovible (le plomb « pédagogique »).

De plus, la longueur du bout du parachute doit pouvoir permettre d'effectuer des paliers à 6 et 3m ; une longueur de 6m est évidemment insuffisante.

Une longueur de bout supérieure à 7m permettra non seulement d'effectuer ces paliers mais facilitera les opérations de largage du parachute puisqu'elles seront menées dans une zone où les variations de pression sont réduites.

**Recommandation n°5 :** Le parachute doit disposer d'une longueur de bout supérieure à 7m avec ou sans un système de type dévidoir.

La remontée finale des paliers jusqu'en surface est effectuée près de 4 fois plus vite que la vitesse préconisée de 6m/min ; le respect de cette vitesse est un élément important de prévention des accidents de désaturation souvent négligé par les plongeurs.

**Recommandation n°6 :** Il convient de respecter les vitesses de remontée inter-palier ou du dernier palier à la surface (de l'ordre de 6m/min soit 30s pour rejoindre la surface depuis 3m) pour prévenir un accident de désaturation.

Enfin, se pose le problème intéressant de la formation des niveaux 4 ; cette formation est une formation exigeante :

- de par les niveaux technique et physique demandés au futur Guide de Palanquée capable (réglementairement) au terme de sa formation d'emmener en toute sécurité jusqu'à 4 débutants dans l'espace 0-6m ou jusqu'à 4 PE40 dans l'espace 0-40m ;
- de par le niveau théorique demandé au futur capacitaire disposant du bagage théorique nécessaire à une éventuelle formation MF1 ;
- de par l'investissement en temps et en travail que cela nécessite à l'élève pour atteindre ces objectifs.

Cette formation est enfin exigeante car l'examen, véritable accessit au monde des encadrants, sort pour la première fois du cadre familial du club pour se dérouler sous le contrôle d'une Commission Technique Régionale.

Ce niveau d'exigence se traduit parfois dans une situation de stress dans laquelle se placent les élèves.

La formation des niveaux 4 doit donc s'adapter à ce contexte pour alléger autant que faire ce peu les conditions de stress et lorsque malgré tout le stress est présent, s'assurer que les exercices se déroulent en toute sécurité en anticipant les erreurs possibles liés au stress (confusions, oublis fréquents de lestage, d'ouverture bouteille ...).

**Recommandation n°7 :** La formation des niveaux 4 doit dans la mesure du possible prendre en compte et alléger le niveau de stress des élèves et s'assurer que les exercices se déroulent en toute sécurité en anticipant les erreurs possibles liés au stress (confusions, oublis fréquents de lestage, d'ouverture bouteille ...).

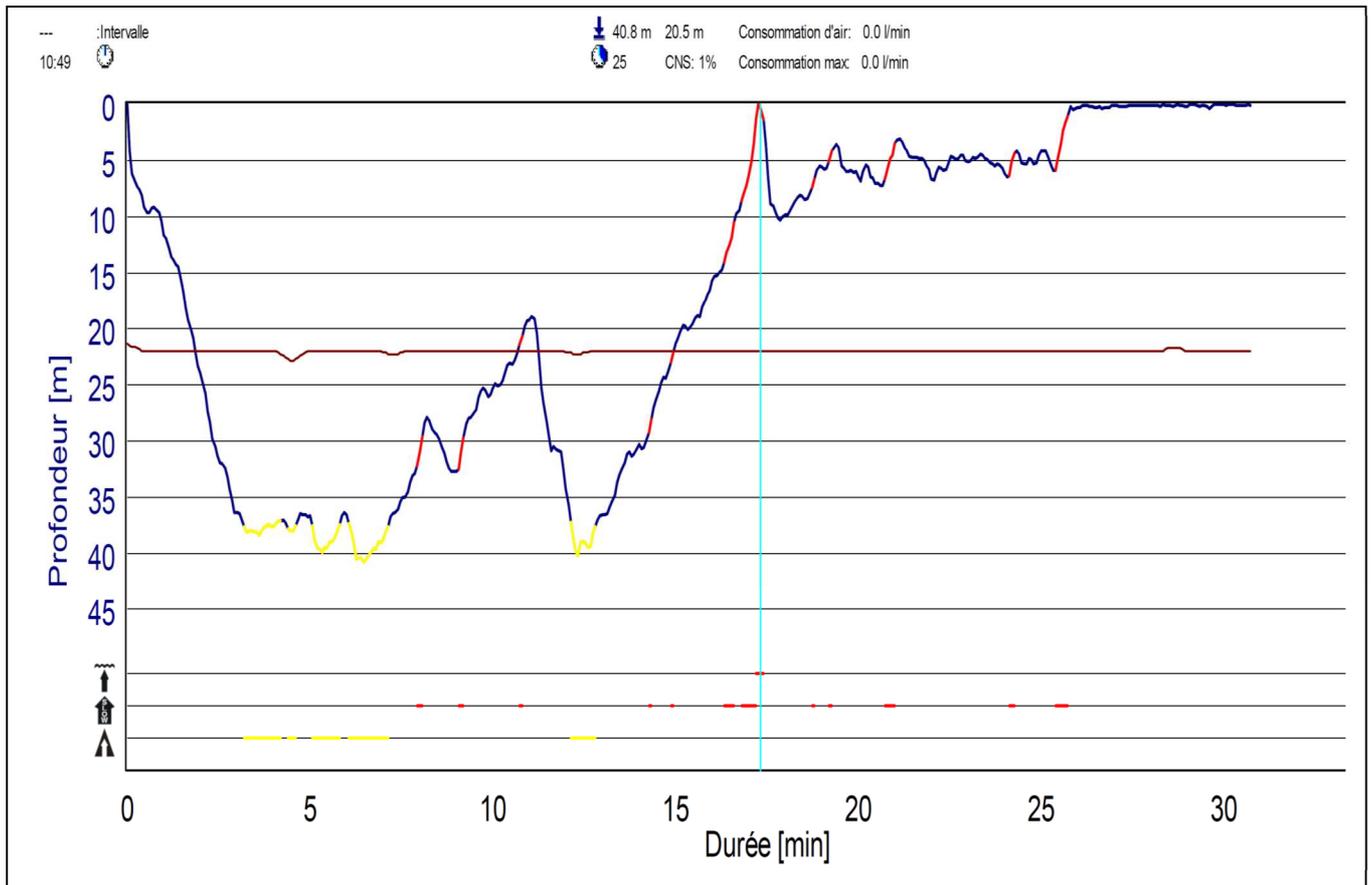
Pour conclure, les moniteurs ne doivent pas pécher par excès de confiance à la vue du niveau technique initial présupposé des élèves.

Cet excès de confiance qui peut conduire à une baisse de vigilance sur la sécurité peut se retrouver dans d'autres formations de cadres (Initiateurs Club, MF1, MF2).

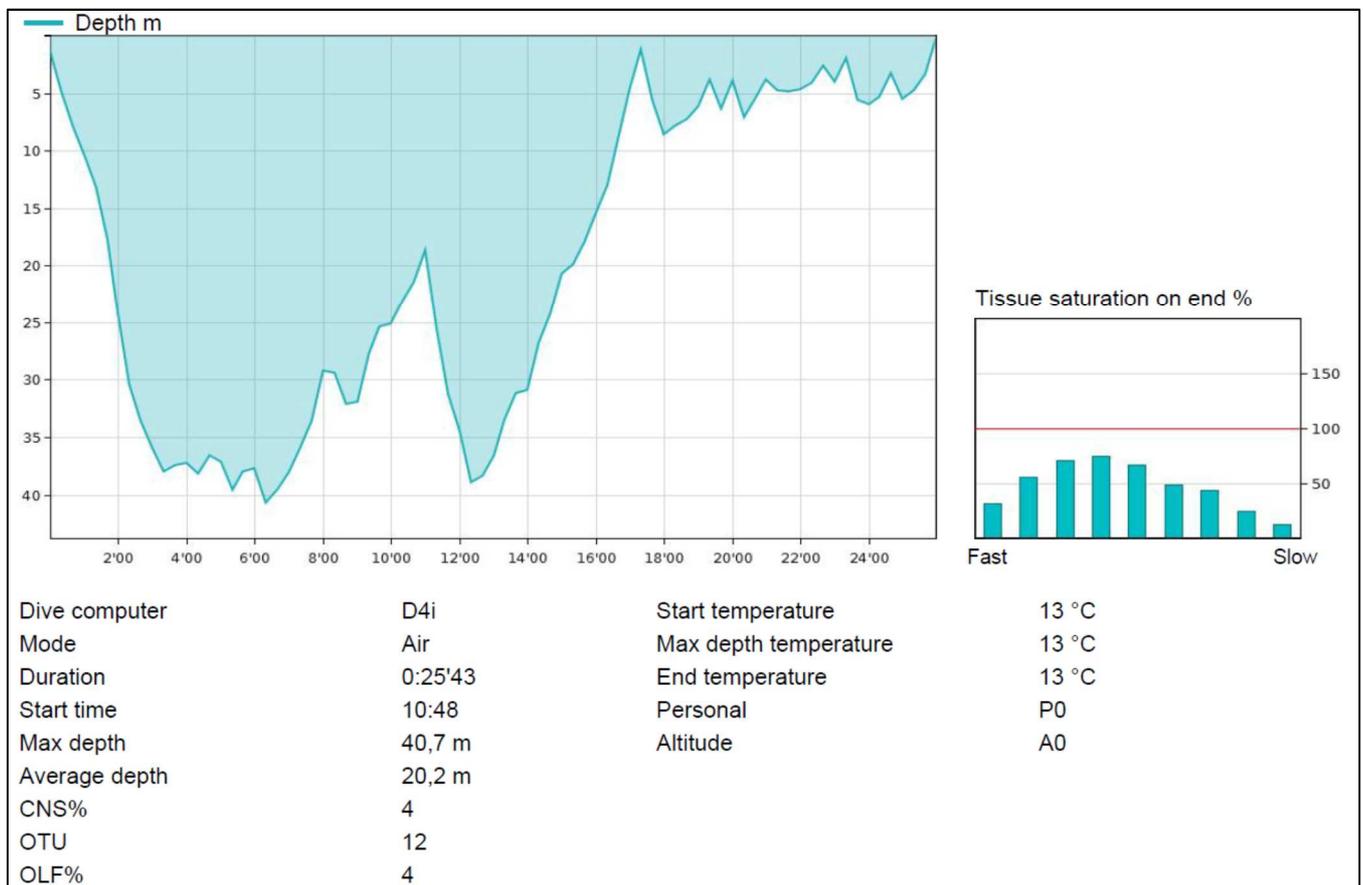
En particulier, il convient lors d'exercices proches de la profondeur maximale autorisée par les prérogatives du moniteur de prendre une marge de sécurité permettant d'éviter à tout prix un dépassement de ces dernières.

**Recommandation n°8 :** Il convient de faire attention à un excès de confiance possible lors d'une formation de cadres de plongée qui pourrait conduire à une baisse de vigilance au niveau de la sécurité mise en place lors des exercices.

## Annexe 1-a : Profil de la plongée du moniteur



## Annexe 1-b : Profil de la plongée de l'élève



## Annexe 2 : Comportements Types du stress en formation de plongée<sup>2</sup>

Comportement Type	Signes	Remèdes	Comportements associés
<p><b>Stress chronique</b></p> <p>Le pouvoir stressant d'une situation dépend en premier lieu du sujet lui-même, et non des variables objectives de la situation. Les situations d'enseignement comportent une dimension de stress permanent. Il résulte de la nécessité pour l'élève d'atteindre des objectifs précis souvent associés à des enjeux personnels importants. L'incertitude, la peur de ne pas être capable « d'y arriver » créent alors une tension psychologique permanente.</p>	<p>Oublis nombreux Semble régresser dans l'apprentissage Semble avoir mal dormi Semble ne rien comprendre Ne mémorise pas les actions en cours Effectue les procédures sans réfléchir Très susceptible, irascible, renfermé</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le stress est peut-être dû à des soucis professionnels ou familiaux : en parler</li> <li>- Une bonne hygiène de vie (activités physiques, repos, loisirs ...) est une condition nécessaire pour surmonter le stress d'une instruction longue. Discutez avec l'élève de ses conditions de vie.</li> <li>- Donnez confiance, démystifiez, rassurez, encouragez, sans pour autant minimiser ou dissimuler les insuffisances. Il faut rassurer sur le succès final et présenter l'exigence de l'instant comme une condition nécessaire.</li> <li>- Dédramatisez, tolérez les écarts « par enfant à charge », donnez des amendes gentilles et humoristiques (cartons jaunes, gages ...)</li> <li>- Calmez le jeu, espacez les difficultés si nécessaire</li> </ul>	<p>Ego centré Conflictuel Fatigue Sous-confiance Débutant</p>
<p><b>Stress aigu</b></p> <p>Le stress aigu a pour effet principal de réduire la disponibilité des ressources mentales nécessaires à la bonne gestion des situations critiques. La résistance au stress est une qualité difficile à développer car elle repose en grande partie sur des mécanismes physiologiques peu contrôlables par la volonté. L'entraînement joue néanmoins un rôle considérable dans la performance d'un plongeur confronté à une situation délicate. Une prévention efficace du stress repose sur une bonne connaissance des mécanismes qui le causent, sur une expérience concrète de ses effets et sur une bonne hygiène de vie.</p>	<p>Actions précipitées Activité fébrile et saccadée Nombreuses actions inutiles Ne finit pas ce qu'il commence Effectue les procédures sans réfléchir Décisions pauvres en série Tremblement des mains, transpiration, respiration saccadée Oublis nombreux Très susceptible, irascible</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apprenez à l'élève à reconnaître les signes du stress aigu et à les accepter</li> <li>- Essayer de détecter les situations à stress aigu : elles révèlent les domaines où les élèves ne se sentent pas au point (RSE, vidage de masque, remontées assistées, mannequin, apnée ...).</li> <li>- <b>Donnez ou rappelez les principes de gestion du stress :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Traiter les priorités</b></li> <li>➤ <b>Faire simple</b></li> <li>➤ <b>Communiquer</b></li> <li>➤ <b>Déléguer</b></li> <li>➤ <b>Humour</b></li> </ul> </li> </ul>	<p>Sous-confiance Surcharge cognitive Peur</p>

<sup>2</sup> Adapté du Guide « Facteurs Humains pour l'instructeur » de la Direction Générale de l'Aviation Civile - juillet 2001