

## CRFI 2016/002 : Incident en combinaison étanche

*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 :

- Age 36 Ans
- Environ 250 plongées dont environ 8 à 10 plongées sur les 30 derniers jours
- Environ 35 plongées depuis l'obtention du Niveau 4
- Première plongée de la journée (sur un fond de 34m)
- Courant important au fond alors que la mer n'était pas agitée énormément en surface

Lors d'une plongée Nitrox 32% sur un fond de 34m, j'ai souhaité essayer pour la première fois de plonger avec un vêtement étanche.

J'étais pour cette opération encadré par un MF1. Je m'étais sous lesté involontairement imaginant que un vêtement toile n'aurait pas les mêmes caractéristiques qu'une combinaison étanche. (Typiquement je mets généralement 4kgs en semi-étanche 7mm), j'ai pour cette plongée pris 3kg pour une combinaison en toile et j'étais habillé en jogging en coton + 1 deuxième sweat + une grenouillère en polaire) le reste de ma configuration était identique (bloc 15L...)

Nous croisons de plus en plus de plongeurs tous niveaux confondus plongeant avec ce type de vêtements lorsque la période hivernale commence à arriver et la température de l'eau commence à descendre.

Alors que la plongée était terminée, nous nous retrouvons sur un fond de 13m c'est alors que le fort courant me prend par surprise et je me retrouve en une fraction de seconde tête en bas. L'air de la combinaison dans les pieds, la physique faisant le reste, j'ai fait 13m la surface en quelques secondes et à l'envers, j'ai essayé de me recroqueviller pour chasser l'air de la combinaison mais sans succès, j'ai vidé mes poumons au maximum durant cette brève remonté.

(Nous étions heureusement au Nitrox et donc pas de palier à faire). Tout allait bien en remontant et sur le bateau. En rentrant chez moi pour prendre ma douche, je me suis aperçu que j'avais des taches rouges assez importantes au niveau des épaules.

Pensant à un ADD, je me suis rendu au caisson hyperbare, le médecin après auscultation avait un doute et m'a placé 1h30 au caisson à 15m. Il s'avère a priori qu'il s'agissait plutôt d'un phénomène de dépression du vêtement étanche (« Squeeze ») que d'un ADD. Plus de peur que de mal.

Après cet épisode malencontreux, j'ai suivi une journée de formation au vêtement étanche, mais malgré cela, je ne suis pas encore tout à fait à l'aise avec ce type de vêtement, je vais donc poursuivre quelques plongées encadrées dans des « petites profondeurs » afin de continuer à apprivoiser ce vêtement jusqu'à en avoir une bonne maîtrise (le problème se situe principalement à la remontée et

en cas de « culbut » involontaire et non maîtrisé). Il est également impératif de connaître le débit de l'inflateur ainsi que celui de la purge afin d'anticiper tout mouvement.

### **Compléments d'information :**

« Il ne s'agissait pas réellement d'une formation à proprement parlé, mais plus d'une explo avec simplement pour moi la volonté de tester cette combinaison tout en étant encadré. »

« Le MF1 avec qui j'ai plongé ne m'a pas vraiment donné de conseils, il s'agissait plus d'une discussion que de conseils, je pense qu'il ne savait pas trop quoi me donner comme conseils malgré son expérience, je pense qu'il avait dans l'idée que je me débrouillerai seul et j'avoue aussi que par bêtise, je me suis laissé aller en me disant que de toute façon j'étais en sécurité avec le nitrox, un club dans lequel on a l'habitude de plonger, un MF1 rien que pour moi que je connais et qui me connaît... bref un excès de confiance qui m'a aussi permis en faisant mon auto-critique de me remettre un peu les idées au clair. »

« Sur le profil de la plongée, on peut voir en début de plongée une première remontée « rapide » mais relativement contrôlée celle-là, juste après la mise à l'eau.

En effet le MF1 avec qui j'étais alors qu'il rinçait son masque, ce dernier lui a glissé des mains, je commençais à voir couler son masque sur un fond d'une dizaine de mètres et j'ai donc fait un canard pour le récupérer rapidement. »

« Nous n'avons pas fait de ré-immersion, et à la remontée, j'allais parfaitement bien juste un peu « surpris » par ce qui venait de se passer, nous sommes remontés sur le bateau sans aucun problème et je n'ai ressenti aucun problème particulier ni sur le bateau ni après. »

« Il est très clair que j'étais très mal lesté (sous lesté) mais je ne m'en suis rendu compte qu'après. En effet, j'ai l'habitude de plonger en semi-étanche (7mm) avec un 15l avec entre 3 et 4 kilos.

Il faut savoir qu'un autre MF1 de mon club qui plonge en BI avec exactement la même étanche et un bi 2x10 + plaque de wing ne met que 1kg de lest.

Je me suis donc dit que ma combinaison qui est une toile (donc pas de Néoprène rempli d'air) n'avait pas une flottabilité énorme à vaincre, j'ai donc essayé 3 kilos et je me suis rendu compte après coup que c'était vraiment trop juste.

J'ai eu quelques difficultés à m'immerger lors de la première descente pour aller récupérer le masque mais je pensais que c'était parce que j'étais encore rempli d'air dans la combinaison.

Lors de la première remontée, n'ayant jamais eu l'occasion de tester de combinaison étanche, je suis remonté assez vite mais tout en contrôlant un minimum. N'ayant aucune référence préalable, je ne savais pas si cette remontée quelque peu rapide venait du fait que ma combinaison contenait de l'air ou de mon lestage qui était insuffisant. (Honnêtement je ne pensais pas que le problème puisse venir du lestage car le MF1 ne mettait que 1 kilo, moi avec 3 kilos je pensais être ok). »

« Lors de la descente, j'ai injecté de l'air par petites impulsions, mais là encore, comme il s'agissait de la première fois pour moi, je ne connaissais pas le débit de l'inflateur, et ne voulait pas faire un effet ballon et surtout ayant l'habitude des stab où l'on entend le flux d'air quand on appuie sur l'inflateur, là je n'entendais rien de spécial »

## Analyse et recommandations :

L'étude du profil de plongée fournit en annexe 1 indique que :

- Une première immersion est effectuée jusqu'à la profondeur de 13m suivie d'un retour immédiat à la surface avec une remontée de l'ordre de 13m/min ;
- la profondeur maximale de 34m est atteinte 7 min après la seconde immersion ;
- 7 min sont passées entre 30 et 34m ;
- une première remontée est initiée jusque 21m suivie d'une redescente vers 27m ;
- la remontée finale est débutée au bout de 18min d'immersion à une vitesse moyenne très lente de l'ordre de 3m/min jusque 13m ;
- une remontée rapide est alors observée de 13m à la surface effectuée en moins de 20s soit à une vitesse moyenne approchant les 38m/min ;
- le retour en surface est effectif environ 22min après la seconde immersion ;
- aucune ré-immersion n'est effectuée suite à la remontée rapide.

Le choix d'un lestage de 3 kg était motivé pour le plongeur par les éléments suivants :

- Lestage diminué de 1 kg par rapport à une configuration semi-étanche 7mm compte tenu de la faible épaisseur de la toile en comparaison à celle d'une combinaison en néoprène ;
- lestage de 1 kg adopté par un moniteur utilisant le même vêtement.

Or cette évaluation du lestage menée de façon empirique par le plongeur était erronée car :

- Le plongeur a négligé le volume important des vêtements portés sous la combinaison étanche en toile pour limiter les effets du froid (jogging en coton + 1 deuxième sweat + une grenouillère en polaire) ;
- le lestage de 1 kg du moniteur utilisant le même vêtement était obtenu pour une configuration en 2x10l avec une plaque en métal.

Ainsi, tout porte à croire que le plongeur était sous-lesté ; ceci est conforté par les difficultés ressenties aux deux immersions et lors de la première remontée (remontée non contrôlée imputée à une purge insuffisante du vêtement) indiquées en marge du récit.

**Il est donc fortement probable que le sous-lestage manifeste du plongeur doublé d'une absence de maîtrise du vêtement dans la zone proche de la surface aient entraîné la remontée incontrôlée de 13m à la surface.**

Ainsi, le premier constat porte sur la nécessité de suivre une formation adaptée pour l'utilisation d'une combinaison étanche.

Des cursus de formation « Vêtement étanche » existent (notamment le cursus FFESSM dont le contenu est consultable sous [http://www.ffessm.fr/gestionenligne/manuel/33\\_Vetement\\_etanche.pdf](http://www.ffessm.fr/gestionenligne/manuel/33_Vetement_etanche.pdf)) et proposent une formation rapide et supplémentaire permettant d'acquérir les éléments de la technique imposés par le vêtement étanche choisi.

Cette formation insiste notamment sur :

- L'évaluation du lestage optimum en début de formation lors d'une séance dans l'espace 0-5m avec des tests de retournement (Compétence C2 : Maîtriser l'équipement) ;
- la maîtrise de la descente sans placage du vêtement (Compétence C3 : Savoir s'immerger, se stabiliser et remonter avec le vêtement) ;
- la maîtrise de la remontée à vitesse régulière et un arrêt net à 3m (Compétence C3 : Savoir s'immerger, se stabiliser et remonter avec le vêtement).

**Recommandation n°1 :** Si vous souhaitez plonger en vêtement étanche : suivre une formation adaptée permettant d'acquérir les éléments de la technique imposé par le vêtement choisi ; ne pas sous-estimer les apprentissages nécessaires à la maîtrise du vêtement étanche.

En annexe 2, vous trouverez quelques conseils d'utilisation d'un vêtement étanche en plongée.

De plus, le cadre de la plongée entreprise était ambigu ; il s'agissait d'une première plongée en combinaison étanche effectuée avec un MF1 mais sans aspects pédagogiques clairement établis autres que l'apprentissage par la découverte lors d'une plongée en exploration.

Le plongeur ne reçoit donc pas vraiment de consignes, se sent en sécurité alors que le moniteur, lui, ne se sent pas réellement investi d'une action pédagogique et de la mise en place de la sécurité associée.

**Recommandation n°2 :** Lever toute ambiguïté sur les objectifs d'une plongée lors du briefing. S'il s'agit d'une séance de formation alors les objectifs pédagogiques doivent être partagés entre le moniteur et l'élève et l'atelier doit être sécurisé.

Un autre point qui mérite d'être souligné est le sentiment d'être en sécurité alors que le profil présente une remontée très rapide à l'issue d'une plongée saturante (même si sans paliers).

La courbe de plongée sans palier appelée parfois et de façon peut être impropre « courbe de sécurité » ne doit pas donner le sentiment au plongeur d'une sécurité absolue ; certes, il peut remonter directement à la surface sans avoir à effectuer de palier mais cela ne signifie pas pour autant que tout accident de désaturation est exclu surtout dans le cas du non-respect d'une procédure comme ici lors d'une remontée très rapide.

L'utilisation d'un mélange Nitrox même si elle permet ici de diminuer le risque d'accident de désaturation ne doit pas non plus donner au plongeur le sentiment d'une immunité totale.

Enfin, plusieurs heures après la plongée, le plongeur n'a pas hésité à consulter suite à l'apparition de ce qu'il a considéré dans le doute comme des symptômes d'un accident de désaturation.

Cette consultation, bien que tardive, est une bonne décision et le médecin hyperbare a tout de même jugé préférable d'effectuer une recompression au caisson.

Cependant, à la vue du profil avec une remontée très rapide en fin de plongée, il aurait été judicieux, à titre préventif, de consulter avant l'apparition de symptômes.

**Recommandation n°3 :** Tout signe anormal persistant intervenant dans les 24h suivant une plongée doit dans le doute être considéré comme un symptôme d'un accident de plongée et conduire à une prise en charge médicale.

En cas de profil accidentogène manifeste (remontée rapide après profil saturant, interruption de paliers ...), ne pas attendre l'apparition de symptômes d'un accident de désaturation pour déclencher la prise en charge médicale et l'alerte des secours même si au bout du compte cela se traduit par une simple consultation médicale.

Comme indiqué dans l'analyse du CRFI 2015-004, il ne faut surtout pas avoir peur d'alerter pour rien, c'est préférable à une prise en charge tardive. La vitesse de réaction est importante : plus on arrive tôt au caisson, plus le traitement sera court et efficace.

Le plongeur aurait-il dû se ré-immérer à l'issue de la remontée très rapide ?

Il faut tout d'abord préciser que la ré-immersion ne doit être entreprise que sous certaines conditions :

- La ré-immersion ne doit pas être effectuée en cas de présence avérée de symptômes d'accident de désaturation ;
- la ré-immersion ne doit pas être effectuée seul ;
- l'état psychologique du plongeur doit être compatible avec une ré-immersion.

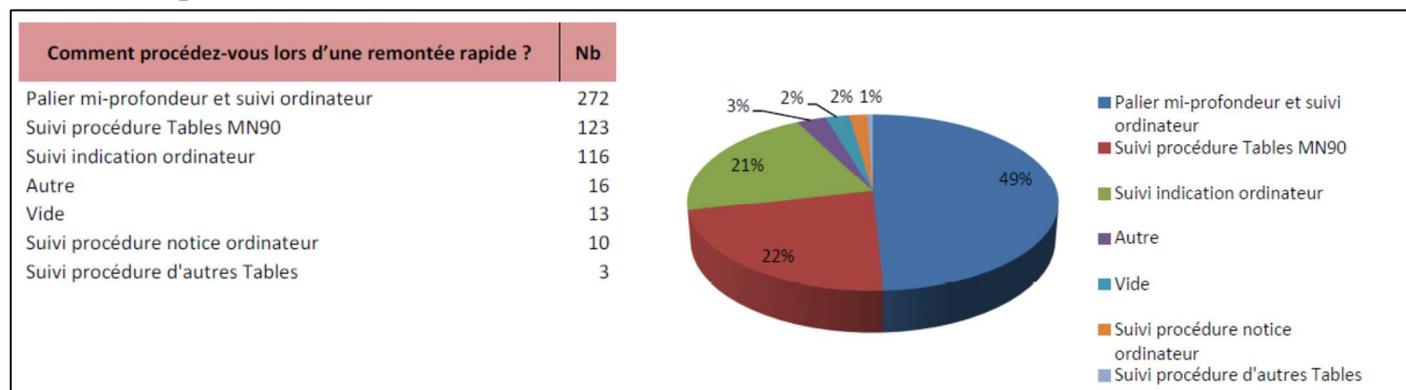
Dans le cas qui nous occupe, rien ne s'opposait à une ré-immersion.

Il convient ensuite d'appliquer la procédure préconisée par le moyen de contrôle de la désaturation :

- Les tables de plongée telles que les MN90 ou MT92 préconisent une procédure particulière : la descente à mi-profondeur\* dans les 3min qui suivent l'incident, le maintien de cette profondeur durant 5min et la remontée avec réalisation des paliers s'appliquant au profil complet de la plongée avec un minimum de 2min à 3m ;
- Aucune procédure n'est validée ni par les constructeurs, ni par une quelconque instance, pour une désaturation gérée par ordinateur, ce que l'on peut seulement dire, c'est que la plupart des ordinateurs actuels tiennent compte d'une remontée rapide dans les éléments de la désaturation qui sont alors majorés.

En cas de doute, on a toujours la possibilité de rebasculer sur une procédure table mais il faut alors prendre en compte l'intégralité de la plongée (profondeur et temps de plongée de la table, paliers de la table, vitesse de remontée de la table ...).

A titre d'information, voici un extrait du mémoire d'Instructeur Régional de Sébastien Mérindol « L'enseignement de la décompression » présenté en novembre 2015 et qui précise sur la base d'une étude statistique réalisée auprès de plus de 500 plongeurs les pratiques usuelles suite à une remontée rapide :



Ainsi près de la moitié des plongeurs pratiquent une troisième méthode qui consiste à effectuer la ré-immersion à mi- profondeur pendant 5 min puis à suivre les indications de l'ordinateur.

Dans son mémoire, Sébastien Mérindol relate un débat, auquel il a eu l'opportunité de participer, entre le groupe de travail de la CTN (qui est en charge du dossier "réforme des MN90"), Bernard GARDETTE (ancien directeur scientifique de la COMEX) et le Dr Eric BERGMANN (médecin service réanimation hyperbare à l'hôpital St Marguerite à Marseille, président de la CMPN-FFESSM et IR Provence) récemment disparu.

A la question « *Quelle serait la procédure d'urgence s'il y avait un non-respect des vitesses de remontée ?* »  
La réponse a été la suivante : « *La solution la plus adaptée à notre pratique serait de faire la procédure de mi-profondeur des Tables MN90 ou mi-profondeur puis suivi des indications de l'ordinateur, si et seulement si le plongeur est en état psychologique et physique, sinon il faut le traiter comme un accident.*  
*Attention, la phase "suivre les indications de l'ordinateur", n'est possible qu'avec des ordinateurs récents (- de 10 ans) car ces ordinateurs gèrent correctement ce profil de plongée qui s'apparente à une plongée yoyo.* »

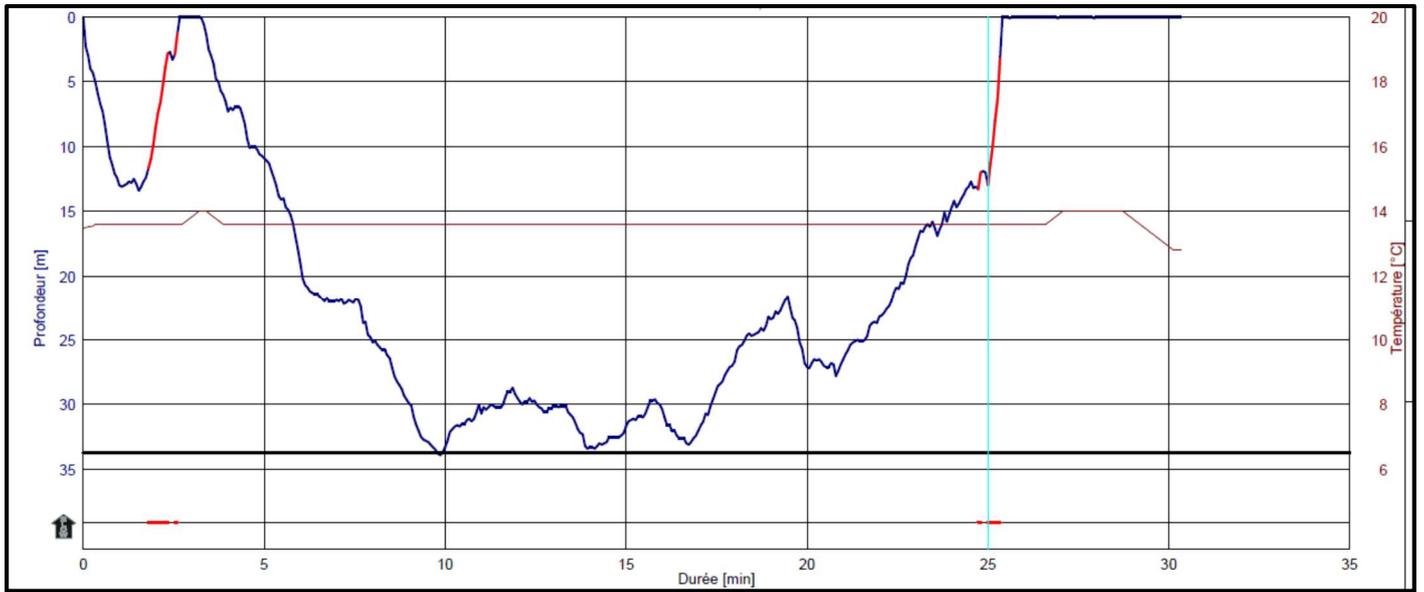
*\* Pour les amateurs, la justification théorique pour les MN90 du palier mi-profondeur (approximation de la mi-pression dans le sens de la sécurité) vient de la définition du coefficient de sursaturation critique  $Sc = PN_2/P_{abs}$  dans laquelle on considère que :*

- la saturation est complète à la profondeur maximale 1 (où règne  $P_{abs1}$ ) d'où  $PN_2 = 0.8 P_{abs1}$*
- $Sc$  est le coefficient de sursaturation critique le plus dimensionnant (imposant la profondeur d'arrêt la plus importante), soit  $Sc = 1,54$  du compartiment 120 min*
- $P_{abs}$  étant la valeur de la pression absolue correspondant à la profondeur à ne pas dépasser*

*On obtient donc  $P_{abs} = 0,8/1,54 \times P_{abs1}$  et donc  $P_{abs} \approx 1/2 \times P_{abs1}$*

*Ce qui est plus empirique est la valeur de 5 min ...*

## Annexe 1 : Profil de la plongée



## Annexe 2 : Quelques conseils d'utilisation d'une combinaison étanche

- 1) Suivre une formation adaptée qui insistera entre autres sur le lestage à adopter, sur les différentes commandes, sur les procédures à adopter pour éviter les effets de dépression (le squeeze) lors de la descente et l'effet ballon à la remontée.
- 2) Adopter un lestage optimisé permettant d'avoir une attitude la plus hydrodynamique possible et d'éviter de placer de l'air en excès ; trop de plongeurs sont encore sur-lestés notamment lors de l'utilisation d'une combinaison étanche. Un surlestage induit en plus du classique risque d'essoufflement un danger à la remontée eu égard à la quantité d'air injecté dans la combinaison étanche.
- 3) Savoir gérer sa combinaison étanche, c'est être attentif au volume qu'elle contient durant toute sa plongée et ne pas se faire piéger à la remontée. Pour cela avoir une position bien à plat ou un léger angle la tête un peu plus haute que les pieds et surtout ne conserver de l'air dans la combinaison que ce qu'il faut pour ne pas être compressé dedans (squeezé). Si on est bien lesté il est inutile d'avoir besoin de la charger en air.
- 4) Avoir vu pendant la formation les techniques de retournement en cas de déplacement d'air vers les pieds  
On débutera la formation au retournement dans la zone 20-25m, pieds en l'air, l'élève gonfle lui-même son étanche jusqu'à ce qu'il décolle. Ensuite retournement pour se retrouver épaule gauche vers le haut et purge manuelle de l'étanche avec la main droite.  
Une fois que la technique est acquise, on travaille pour que la hauteur de la remontée soit la plus faible possible.  
On finit par le même exercice dans la zone des 6m, il faut alors être rapide et précis.
- 5) S'assurer que vos équipiers savent gérer votre combinaison étanche en cas d'assistance.

