

## CRFI 2017/006 : Avoir froid en plongée

*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 :

*Binôme 33 et 37 ans. ~20 plongées chacun, PADI Advanced depuis moins d'un an à ce moment*

Plongée sous glace en combi étanche, en binôme avec un moniteur.

Eau à 2°C, beau temps, température extérieure entre 0 et 5°C

2<sup>ème</sup> plongée l'après-midi

J'ai dit à mon binôme de rajouter du lest, mais il n'a pas tenu compte de mon avertissement en sachant que les blocs étaient à moitié pleins étant donné que c'était la 2<sup>ème</sup> plongée de la journée.

Je suis partie en premier. Il n'a pas réussi à descendre et a dû ressortir de l'eau pour ajouter du poids. Pendant ce temps j'étais en surface et commençais à avoir froid. Ça a duré 5 minutes.

À mi-parcours, j'étais frigorifiée. J'avais le souffle court et ne maîtrisais plus mes mouvements. J'ai commencé à paniquer, me suis focalisée sur le trou de sortie pour tenter de me calmer. J'ai fait signe au moniteur que je sortais. Je suis remontée en catastrophe, (mais sans alerte de l'ordi car nous n'étions pas profond) tractée hors du trou par l'aide en surface.

Je tremblais et avais encore très peur... Et si je n'avais pas maîtrisé ma remontée, et si j'étais restée tétanisée...

Le fait de faire de la méditation m'a certainement beaucoup aidée à rester relativement calme.

Ça s'est fini avec une grosse mise au point avec mon binôme et un chocolat chaud. Il n'y a pas eu de conséquences physiologiques.

Les enseignements que je retire de cet événement :

- Toujours écouter les recommandations de son binôme et ne jamais être trop sûr de soi surtout si l'autre a un peu plus d'expérience. Le plus frileux doit partir en dernier.
- Annuler la plongée si on a déjà froid en surface.

Éléments supplémentaires recueillis :

- La plongeuse était équipée d'une combinaison étanche en toile, d'un sous-vêtement combi de 3 mm d'épaisseur et de gants non étanches ;
- L'expérience de plongée en combinaison étanche du binôme était de 2 plongées de formation chacun ;
- L'intervalle de surface était d'environ 2 h (pause déjeuner à l'abri) ;

- L'alimentation de la plongees était correcte ;
- Les durées de plongée étaient de 15 min (matin) puis 22 min (après-midi) ;
- La plongeuse n'avait pas eu froid le matin lors de la première plongée ;
- La pression de départ pour la seconde plongée était de 110 b (bloc de 12 l) ;
- Le lestage de la plongeuse était de 4 kg le matin et de 6 kg l'après-midi.

## Analyse et recommandations :

La plongée est la seconde plongée sous-glace entreprise dans la journée avec une température de l'eau et de l'extérieur très fraîche.

Compte-tenu des conditions extrêmes, les plongées sont planifiées avec une durée courte.

Les plongeurs ont un équipement adapté (combinaison étanche).

La mise à l'eau pour la seconde plongée est longue et la plongeuse qui s'est immergée en première se refroidit.

Dès la mi-parcours la plongeuse subit les conséquences d'une hypothermie sévère (souffle court, mouvements désordonnés, sensation de froid intense...) mais la plongée s'effectuant en surface non libre, elle ne peut être interrompue avant de regagner le trou utilisé pour l'immersion.

La remontée finale est rapide de 10 m à 6 m puis modérée de 6m à la surface.

**Recommandation n°1 :** En plongée sous-glace, il est préconisé de prévoir un parcours avec une main courante reliant des trous intermédiaires espacés d'une vingtaine de mètres. Dans le cas présent, cela aurait permis de mettre fin à la plongée avant que la situation ne devienne incontrôlable.

En effet, il ne faut pas négliger la problématique de la surface non libre en plongée loisir :

- La fin de la plongée est conditionnée à l'accès à la surface libre ;
- La surface non libre peut représenter un catalyseur d'angoisse surtout chez des plongeurs peu expérimentés.

D'autre part, la communication associée au froid en plongée est souvent déficiente soit parce que la communication par geste est inadaptée soit parce que l'on hésite à indiquer que l'on a froid pour ne pas être « le facteur limitant » de la plongée.

**Recommandation n°2 :** La mise en place d'une communication par le signe « J'ai froid » associée à un niveau de froid compris entre 1 et 3 permettrait de marquer une progressivité et d'adapter le profil de plongée.

Les actions attendues par l'ensemble de la palanquée seront précisées au briefing ; elles sont par exemple les suivantes :

J'ai froid / Niveau 1 ⇒ Adaptation du profil (remontée - temps de plongée écourté - paliers évités)

J'ai froid / Niveau 2 ⇒ Demi-tour et retour vers le bateau avec remontée

J'ai froid / Niveau 3 ⇒ Fin immédiate de la plongée avec retour si possible en surface

N'attendez évidemment pas le dernier moment pour communiquer.

Enfin, le froid peut-être un élément accidentogène vis-à-vis de la désaturation et surtout son impact sur la consommation peut être important au point de consommer la réserve de sécurité.

Dans l'événement relaté, le fait de planifier deux plongées même courtes sur un seul bloc de 12 l induit une réserve de sécurité probablement amputée lors de la seconde plongée.

**Recommandation n°3 :** En fonction des conditions du jour et de l'équipement des plongeurs, ne pas oublier de tenir compte du froid possible dans la planification de sa plongée notamment vis-à-vis de l'autonomie en air.

Ce CRFI est l'occasion également de faire un point sur le froid en plongée ; ce qui suit s'inspire d'un article de DAN sur l'hypothermie.

L'hypothermie se caractérise par une température réduite du corps, définie comme une température inférieure à 35°C. L'exposition au froid conduit à une perte de chaleur à une vitesse dépendant de plusieurs facteurs comme :

- Les vêtements de protection ;
- la différence de température entre la peau et l'environnement ;
- la capacité calorifique de l'environnement (beaucoup plus grande pour l'eau que l'air) ;
- le mouvement du vent ou de l'eau ;
- les variantes individuelles (quantité de graisses, rapport poids/surface corporelle, âge, alimentation, fatigue ...).

La déperdition de chaleur en plongée s'effectue essentiellement par conduction avec l'eau froide du milieu malgré une protection thermique plus ou moins efficace assurée par une combinaison de plongée. L'eau conduit en effet la chaleur 20 à 27 fois plus rapidement que l'air en statique.

La perte de chaleur s'effectue également par la ventilation du fait à la fois de la détente de l'air de la bouteille et du refroidissement du gaz de la bouteille par l'eau ambiante.

Ces deux phénomènes s'aggravent en profondeur avec d'une part l'écrasement du néoprène de la combinaison avec la pression et d'autre part l'augmentation de la quantité et de la densité du gaz inspiré.

La protection thermique par une combinaison humide ou étanche diminue considérablement les effets immédiats, mais la perte de chaleur se produira dans le temps.

L'activité physique peut ne pas aider. La production de chaleur est en effet augmentée par l'exercice ou le tremblement, mais pour les personnes ayant peu ou pas de protection thermique, la natation augmente la surface exposée et le taux de transfert de chaleur à l'eau par convection (jusqu'à un facteur 4). En moyenne, la baignade peut aider à maintenir la température interne dans une eau supérieure à 24°C : la température interne des nageurs non protégés baisse dans l'eau plus froide, ce qui entraîne une incapacité à continuer à nager.

L'hypothermie peut affecter même les plongées tropicales si vous portez juste un maillot de bain ou une combinaison légère et que vous restez immergé pendant une longue période.

Cela peut arriver dans des eaux aussi chaudes que 29-33°C sans protection thermique. Il se peut que vous ne soyez pas conscient de la perte lente de chaleur pendant un certain temps.

Voici les signes communs (manifestations observables) et les symptômes (manifestations subjectives, non observables) de l'hypothermie :

#### **Hypothermie légère (température interne entre 32 et 35°C)**

- Rythme cardiaque augmenté
- Rythme ventilatoire augmenté parfois jusque l'essoufflement
- Mauvaise coordination. Diminution de l'activité motrice
- Sensation de froid inconfortable
- Capacité de concentration altérée
- Tremblements
- Introversion / inattention
- Fatigue

#### **Hypothermie modérée (température interne entre 28 et 32°C)**

- Manque accru de coordination musculaire
- Marche en trébuchant
- Troubles de l'élocution
- Confusion
- Amnésie

- Les tremblement se ralentissent ou s'arrêtent
- Faiblesse ou somnolence
- Hallucinations

### **Hypothermie grave (température interne inférieure à 28° C)**

- Incapacité de suivre les ordres
- Diminution du rythme cardiaque
- Incapacité de marcher
- Perte de conscience
- Réduction de la respiration
- Absence de frissons
- Pupilles dilatées
- Diminution de la tension artérielle
- Rigidité musculaire et apparence de la mort

L'hypothermie peut être légère, avec peu de risques pour la personne, ou peut être sévère, avec possibilité de décès. Si vous pensez que vous avez affaire à une personne hypothermique, vous pouvez utiliser une variété de stratégies de réchauffement; elles dépendent du degré de blessure hypothermique, du niveau de conscience de la victime, de la nature des autres blessures et de la disponibilité des ressources et de l'aide médicale supplémentaire.

La personne souffrant **d'hypothermie légère** sera réveillé, conversant avec lucidité, se plaignant de froid et probablement de frissons. En supposant que cette personne n'a pas d'autres blessures, vous pouvez réchauffer une personne légèrement hypothermique avec une variété de techniques passives ou actives.

Enlevez les vêtements humides et remplacez-les autant que possible par des couches isolantes et sèches protégées par un coupe-vent, y compris la tête. Les frissons à ce stade assureront un réchauffement efficace. La personne qui se sent alors capable de bouger peut augmenter le taux de réchauffement par ce type de mouvement. L'exercice n'empêchera pas transitoirement la baisse continue de la température interne après élimination du stress au froid, mais cela ne devrait pas être problématique dans la plupart des cas d'hypothermie légère.

La personne hypothermique entièrement alerte et coopérative peut boire des liquides chauds. Cela procure des quantités négligeables de chaleur, mais aidera à corriger la déshydratation inévitable et à fournir un sentiment de confort.

La plupart des boissons peuvent être utilisées, mais éviter l'alcool : il peut perturber la conscience et contribuer à la déshydratation ainsi qu'à une vasodilatation mal venue. Les collations légères peuvent également vous aider. La nourriture aide à augmenter les réserves caloriques de la personne.

La personne souffrant **d'hypothermie modérée** sera éveillée, mais peut être confuse, apathique ou peu coopérative et a du mal à parler. L'hypothermie modérée exige plus de prudence car cet état peut entraîner des arythmies cardiaques. Dans la mesure du possible, il convient de manipuler doucement la personne et d'utiliser des techniques actives telles que des couvertures chauffantes, un réchauffement par air forcé et une respiration d'air chaud et humide.

L'exercice physique n'est pas recommandé avec la personne souffrant d'hypothermie modérée. La coordination physique est probablement compromise, et l'exercice à ce stade peut augmenter le risque de malaise.

Il est nécessaire de manipuler doucement les personnes hypothermiques, de les garder au repos, couchées sur le dos pour réduire le risque d'évanouissement. Soyez attentif et utilisez les solutions les plus efficaces pour le réchauffement. Veillez à isoler les blessés du sol ou de l'environnement, même s'ils n'en communiquent pas le besoin.

Un bain d'eau chaude est une autre bonne option pour la personne modérément hypothermique. Vous devrez cependant fournir un soutien physique tout au long du transfert et de l'immersion. La température d'immersion initiale doit être tiède, pas plus de 40°C, pour éviter la sensation de brûlure. Après l'immersion, la température de l'eau peut progressivement augmenter, sans dépasser 45°C pour éviter les brûlures. Si l'eau chaude n'est pas disponible, ajoutez aux vêtements isolants avec des packs de chauffage chimiques ou des résistances électriques. Pour éviter les brûlures, ne jamais appliquer celles-ci directement sur la peau.

Dans ces deux premiers d'hypothermie, on évitera les frictions pour réchauffer la victime car cela peut contrarier la vasoconstriction des vaisseaux périphériques, entraîner une hypovolémie et induire dans certains cas extrêmes un arrêt cardiaque.

La personne souffrant **d'hypothermie sévère** peut être inconsciente, avec une fréquence cardiaque lente et une respiration, ou peut même apparaître morte, sans rythme cardiaque détectable. Regardez très attentivement les signes de vie, tels que la respiration, le mouvement ou un pouls à l'aîne ou au cou sur l'artère carotide. Évaluer la respiration et vérifier le pouls pendant une période d'au moins une minute pour confirmer l'arrêt respiratoire ou un arrêt cardiaque sans pulsation, ce qui nécessite une réanimation cardioventilatoire.

En cas de respiration ou de rythme cardiaque, le massage externe du cœur (compression de la poitrine) n'est pas nécessaire.

Si vous observez une respiration ou un mouvement, le cœur de la personne bat, même s'il est très lent. Pour cela, il est essentiel de passer suffisamment de temps à vérifier le pouls spontané.

Pour la personne hypothermique inconsciente, les principaux objectifs sont de maintenir une pression artérielle et une respiration adéquates et d'éviter d'autres pertes de chaleur. L'hypothermie grave peut engendrer un arrêt cardiaque. Une manipulation extrêmement douce - position couchée sans activité physique - et des stratégies de réchauffement agressives (et souvent invasives) sont nécessaires pour sauver des personnes gravement hypothermiques.

Le cœur est particulièrement susceptible dans ces cas : le froid sévère peut entraîner des arythmies cardiaques, mais le réchauffement trop agressif peut aussi les déclencher.

Dans la plupart des cas d'hypothermie sévère, le soutien vital de base prime sur les efforts de réchauffement.

La mort par immersion dans l'eau froide provient habituellement de la perte de conscience et de la noyade subséquente. Si la noyade a précédé l'hypothermie, une réanimation réussie est peu probable. S'il n'y a pas de signes de vie, commencer la réanimation cardioventilatoire et prendre des dispositions pour le transport d'urgence vers le centre médical le plus proche.

Le réchauffement complet de la personne avec une hypothermie sévère est presque impossible à accomplir sur le terrain. Cependant, protégez-vous contre d'autres pertes de chaleur.

Si la réanimation cardioventilatoire est requise, il faut continuer, si possible, jusqu'à ce que l'assistance médicale arrive.

Il y a eu des réanimations réussies après une réanimation cardioventilatoire prolongée, en partie, en raison de l'effet protecteur de l'hypothermie. Les perspectives sont médiocres chez les adultes qui ont une température centrale inférieure à 28° C, ont été immergés pendant plus de 50 minutes, ont des blessures mortelles ou sont à plus de quatre heures d'une future prise en charge médicale. Bien que les personnes blessées puissent être cliniquement mortes en raison d'une décompensation marquée du cerveau et de la fonction cardiovasculaire, une réanimation complète avec une récupération neurologique intacte est possible, bien que inhabituelle.

**En plongée, la prévention passe avant tout par une planification de la plongée avec une adaptation du profil et des équipements aux contraintes environnementales.**

**Si l'on rencontre rarement des cas d'hypothermie modérée ou grave, les cas d'hypothermie légère sont fréquents et leurs conséquences ne doivent pas être négligées.**

Vous trouverez en page suivante des trucs et astuces pour lutter contre le froid en plongée.

# ASTUCES POUR LUTTER CONTRE LE FROID EN PLONGÉE

Extrait du site SUBEA (partenaire technique : club de plongée PlanetOcean)

Dans la pratique, chaque plongeur possède ses propres petites astuces pour mieux supporter le froid, que ce soit avant, pendant ou après la plongée.

## SE PRÉPARER AVANT LA PLONGÉE

Quelques conseils avant la mise à l'eau :

### ① ÊTRE EN FORME !

Au niveau de l'alimentation, privilégiez un régime équilibré la veille et le matin de la plongée en privilégiant les sucres lents et en ayant une bonne hydratation (*NDLR Neptune : juste avant de plonger et après, on peut consommer des éléments nutritifs énergétiques [fruits secs, barres céréales ...]*).

Pour plus de sécurité, il est formellement déconseillé de fumer ! En effet, le tabagisme ralentit la circulation sanguine au niveau des pieds et des mains. Cela entraîne une déperdition de chaleur et de ce fait, plus de froid.

### ② BIEN S'ÉQUIPER

Choisissez une combinaison avec une épaisseur de néoprène adaptée à la plongée prévue. Privilégiez une combinaison ajustée (près du corps) pour limiter la circulation d'eau. En combinaison humide, n'hésitez pas à superposer les couches de néoprène (sous-shorty, sur-shorty, etc...). Avec les basses températures, nous constatons qu'une grande partie de la déperdition de chaleur passe par les extrémités du corps, alors protégez-les. En effet, 40% de la perte de chaleur passe par la tête, alors protégez celle-ci à l'aide d'une cagoule, surtout en hiver. Gants et chaussons de plongée sont aussi de rigueur. Vous devez les isoler du froid, en priorité. Privilégiez l'utilisation de gants et de bottillons ayant une épaisseur de 6.5 mm. Les bottillons impliquent l'utilisation de palmes réglables. Une souris en néoprène (top), sous votre combinaison, peut limiter également l'effet du froid généré par les petites entrées d'eau au niveau du cou et des zips (dorsal ou ventral). Pour les plongées en eaux très froides, les combinaisons étanches et semi-étanches sont recommandées. Voici 2 petites astuces pour les semi-étanches : retournez bien vos manchons pour maximiser l'imperméabilité. Souvent, ils sont en néoprène refendus, uniquement sur la face retournée. Enfin, enfiler votre combinaison sous une douche chaude.

### ③ VÉRIFIER SA COMBINAISON

Une combinaison s'use assez vite... Vérifiez régulièrement les zones fortement sollicitées comme l'entre-jambes, les aisselles, etc... Parfois, une combinaison paraît correcte au premier regard, mais elle se révèle très usée sous les bras, avec un néoprène plus fin sur les zones sollicitées. Et donc, une sensation de froid désagréable à ces endroits fragilisés.

### ④ PRÉPARER SON ÉQUIPEMENT AVANT DE PLONGER

Anticiper cette étape n'est pas toujours simple, mais si vous en avez la possibilité, gréer son bloc avant d'être en combinaison peut être une bonne idée. En effet, si votre équipement est déjà prêt en arrivant sur le site de plongée, vous passerez moins de temps, en dehors sur le bateau, dans les conditions froides...

## SE PROTÉGER DU FROID PENDANT LA PLONGÉE

Évitez de vous agiter sous l'eau !

En plongée, cela ne sert à rien de bouger les bras pour se réchauffer, comme vous pourriez être tenté de le faire à terre. Bien au contraire ! Vous allez perdre de précieuses calories, vous essouffler et ressentir davantage le froid. Si vous avez froid en profondeur, le mieux est de remonter un peu afin d'évoluer dans une eau à une température plus clémente "au ressenti". Oui, "au ressenti" car l'eau n'est pas forcément plus froide en profondeur ! L'effet de la pression influe aussi : plus vous descendez, plus la pression est grande et plus le néoprène de votre combinaison s'écrase et s'affine. Donc, plus la sensation de froid est grande ! Il est très important de bien communiquer avec sa palanquée sur ses sensations de froid dans l'eau pour prémunir tout risque. Sachez qu'on ne se réchauffe pas dans l'eau une fois que le froid s'est installé. Pensez à votre remontée et au fait que vous aurez sûrement quelques minutes de palier à réaliser; donc encore quelques minutes en situation statique, propices à encore grelotter... Il faut donc anticiper ces situations quitte à écourter la plongée. Il est indispensable de ne pas aller au-delà de ses limites afin d'être capable de sortir de l'eau. Il est préférable de plonger moins longtemps plutôt que de s'attirer des ennuis.

## EN SORTANT DE LA PLONGÉE

Pensez à vous couvrir !

Beaucoup de personnes sont sensibles aux coups de froid après s'être mis à l'eau. Face à ce phénomène, couvrez-vous avec des imperméables et des bonnets. Sur le bateau, restez également vigilant au vent ainsi qu'aux embruns (pour cela l'usage d'un bateau couvert sera un plus). En sortant de l'eau, quittez vite votre équipement, couvrez-vous bien et séchez-vous rapidement. Enfilez un bonnet qui réchauffera votre tête (*NDLR Neptune : C'est une des zones du corps où la déperdition de chaleur est importante*). Enfin, savourez une petite boisson chaude, issue d'un thermos. Rien de plus agréable qu'un thé chaud ou un cappuccino après une plongée fraîche, non?

## QUELQUES IDEES RECUES

**Uriner dans la combinaison réchauffe : Faux**

L'urine emporte avec elle la chaleur corporelle. De plus, la courte sensation de chaleur provoquée diminue ou même supprime la vasoconstriction. Le sang se remet à circuler sur une plus grande partie du corps et va à terme se refroidir.

**Le gaz froid de la bouteille participe au refroidissement du corps : Vrai**

C'est encore plus vrai avec un mélange contenant de l'Hélium, cette dernière molécule possède en effet une conductivité thermique 6 fois plus importante que l'azote.

**Les mouvements et les efforts physiques réchauffent : Vrai et Faux**

C'est vrai si par ailleurs on dispose d'une bonne isolation pour conserver la chaleur produite. Dans le cas contraire, on fait circuler plus d'eau sur la peau, donc plus de perte de chaleur au final.

**On se refroidit moins en recycleur : Vrai**

La réaction chimique du recyclage de l'air (captation du dioxyde de carbone par la chaux) produit de la chaleur. Ce dernier arrive donc légèrement réchauffé dans le détendeur.

**Après la plongée, un petit verre d'alcool réchauffe : Faux**

L'alcool va dilater les vaisseaux sanguins à la surface du corps procurant une impression de chaleur (au visage notamment) mais induisant une déperdition calorifique vers l'extérieur qui peut accentuer gravement une hypothermie.