

## LA PLONGEE PROFONDE

- Risques liés à la profondeur :
- Les limites physiologiques de la plongée à l'air
- Le froid
- L'essoufflement
- La toxicité neurologique des gaz inertes
- La saturation
- Les effets potentialisateurs
- L'hypoxie hyperoxie
- Les limites techniques
- Le matériel
- L'autonomie d'une plongée

### • le froid

·L'eau étant plus dense que l'air, sa conductibilité thermique en est **25 fois** supérieure. Ce qui a pour conséquence d'amener l'organisme à lutter contre la déperdition calorifique afin de réguler l'équilibre thermique.

· Les échanges se font par:

-**conduction** entre le plongeur et son milieu circulant.

-**convection** par le gaz inspiré entre le détendeur et les poumons.

-**évaporation** par l'expiration de vapeur d'eau.

·Ces échanges amènent des pertes calorifiques qui peuvent être importantes et avoir des conséquences catastrophiques en eau froide.

· En dehors des pertes calorifiques et des conséquences directes, la vasoconstriction périphérique des membres entraîne une baisse de la dextérité et provoque des conséquences indirectes, telle que **l'affaiblissement des automatismes**.

·En conclusion

·Une bonne protection isothermique du type semi étanche, **étanche** est un rempart contre le froid.

·Une alimentation riche en calories est tout aussi conseillée.

## • L'essoufflement

·L'essoufflement est la première cause d'accident en plongée profonde, il est du à la diminution de l'efficacité respiratoire provoquée par l'immersion et la pression de l'immersion.

### ·Effet de l'immersion

·Plus la pression augmente plus les pressions abdominales et pleurales augmentent, modifiant la mécanique respiratoire provoquant l'effort respiratoire.

### ·Effet de la pression

·En profondeur, l'augmentation des molécules dans les voies respiratoires entraîne une augmentation des résistances dynamiques et une diminution des débits maximaux.

·A 40 m la résistance interne est deux fois plus élevée que la résistance en surface.

·A 50 m les débits sont diminués de 50 % par rapport une ventilation normobare.

·La plupart des accidents mortels en profondeur sont imputables à l'essoufflement et non à la narcose.

·Les sources d'essoufflement sont :

·Le mauvais équilibre.

·L'effort de palmage trop intense, notamment en cas de lutte contre le courant.

·Les manœuvres non maîtrisées, décapeler, perte d'assiette, état de panique qui peut d'ailleurs être du à la narcose.

·En conclusion :

En plongée profonde

·Tête en haut, inspiration plus dure.

·Tête basse inspiration facile mais expiration difficile.

·Dans les deux cas le travail des muscles respiratoires est accru.

·En cas de menace d'essoufflement il faut rester tête en haut.

## • La narcose

- L'azote qui se dissout dans l'organisme, a pour certaines concentrations de pression partielle des effets sur l'organisme très proche des narcotiques et des anesthésiques.
- Les premiers troubles ou sub-narcose, peuvent apparaître dès 2,4 b de pression partielle d'azote.
- L'apparition des troubles est variable suivant les individus et l'état du métabolisme.
- Au delà de **4 b** de PP N<sub>2</sub> (soit 40 m), il est constaté une altération manifeste des capacités de raisonnement et des réactions de choix ainsi qu'une réaction retardée aux stimuli visuels et auditifs.
- C'est de cette phase de troubles que les principaux problèmes interviennent et ceci dès 40 mètres
- La saturation désaturation asymétrique

- Le flux sanguin détermine le transport des gaz dissous. Tous les organes ne sont pas perfusés de la même manière.
- Ainsi des importantes variations de flux sanguin seront provoquées par quatre facteurs qui intéressent particulièrement le plongeur :
  - L'effort
  - La pression partielle d'oxygène (vasoconstriction)
  - L'immersion en eau froide (débit cardiaque augmente, les résistances vasculaires diminuent, le volume plasmatique augmente)
  - Le froid (vasoconstriction périphérique)
- On comprend aisément que le fait de commencer une plongée en ayant chaud et fait des efforts, et de la finir en ayant froid et par des paliers statiques (sans parler de la déshydratation) ne correspond plus à une saturation désaturation symétriques (du type MN90).
- La quantité de gaz réellement dissout

- Lorsque les paramètres de la saturation sont modifiés, la quantité de gaz dissout réellement dans l'organisme est plus importante.
- En surface, le volume d'azote dissout dans l'organisme est de l'ordre de 0,5 l.
- Un plongeur qui passe 10 minutes à 40 mètres en produisant un effort peut dissoudre 0,5 l supplémentaire.
- Plus la profondeur atteinte sera élevée plus le risque d'une désaturation anarchique sera important.
- Les micro bulles en phase de décompression
  - Quels que soient la vitesse de remontée et les paliers réalisés, il y aura formation de micro bulles dans l'organisme.
  - Les micro bulles n'ayant comme issue que le filtre pulmonaire, elles vont s'emmagasiner dans les capillaires pulmonaires provoquant des bouchons gazeux.

· Certaines de ces microbulles peuvent passer dans le versant artériel, en attendant le prochain passage pulmonaire.

· La libre circulation de ces microbulles artérielles peut provoquer le blocage d'un capillaire musculaire ou neurologique avec les conséquences graves que cela entraîne.

#### • Les effets potentialisateurs :

##### • L'anxiété

· L'anxiété a pour effet la modification biochimique du sang. Cette modification bien que n'étant pas directement liée à la pression, a pour origine principale un **stress psychologique à l'immersion**, qui sera d'autant plus grand que la profondeur sera importante.

· D'autres paramètres feront varier ce stress:

· le froid

· Le manque de visibilité

· La méconnaissance du milieu

· Les responsabilités

· Etc.

· Cette modification biochimique du sang entraîne une augmentation du rythme respiratoire entraînant le démarrage du processus de l'**essoufflement**.

##### • L'effort

· Les muscles consomment de l'énergie et produisent du CO<sub>2</sub> ainsi que de la vapeur d'eau.

· Notre milieu d'évolution est 800 fois plus dense que l'air ce qui engendre une consommation d'énergie supérieure et un dégagement de CO<sub>2</sub> proportionnel au travail demandé (ex : palmage dans le courant).

· La production de CO<sub>2</sub> peut éventuellement démarrer le processus de l'essoufflement.

##### • Le tabac

· La consommation de tabac par inhalation de la fumée a deux effets immédiats:

· Le manque de perméabilité des alvéoles par le goudron contenu dans la fumée.

· L'augmentation du CO dans l'hémoglobine.

· Cela entraîne une diminution du transport d'oxygène.

· Ces effets seraient sans conséquence si le plongeur profond n'avait pas un besoin en oxygène bien plus important pour l'intervention en profondeur ainsi que pour sa décompression.

· L'effort en profondeur aura pour conséquence directe de démarrer très tôt le processus de l'essoufflement.

### • Danger de l'oxygène

- L'oxygène a une fonction prioritaire, celle de produire la molécule d'énergie nécessaire à la contraction musculaire.
- La pression partielle d'oxygène doit être strictement comprise entre 0,16 et 0,17 bar.
- Au dessous de 0,16 bar, le risque de syncope hypoxique devient très probable au dessus de 0,17 bar c'est hyperoxie qui nous attend.
- Ces accidents ne présentent aucun signe avant-coureur net.
- Le seuil hyperoxique à l'air est de 70 m !!!!!
- L'utilisation d'oxygène au palier n'est pas possible en dessous de 6 m.

### • Le matériel

#### • Le scaphandre

- Nos blocs de plongée subissent des manipulations et chocs sous l'eau.
- Il faut donc envisager pour une plongée à saturation un matériel fiable :
- Raccords DIN.
- Arceaux de protection.

#### • Les détendeurs

- Utilisés en profondeur, ils sont menacés de givrage du fait du débit de gaz qui les traverse.
- L'utilisation d'un premier étage à membrane est très fortement conseillé même si vous disposez d'un piston compensé pourvu de dispositif anti-givrage.

#### • La ceinture de plomb

- L'équilibration en plongée est primordiale, la ceinture de plombs doit être non largable même accidentellement.

#### • La combinaison

- L'assurance d'une bonne plongée passe par une bonne protection thermique.

#### • Les ordinateurs et profondimètres

- Qu'ils soient électroniques ou mécaniques, les instruments peuvent tomber en panne.
- Le choix de deux moyens de contrôle des paramètres de plongée est judicieux

## •L'éclairage

- En eau libre, l'obscurité est souvent totale vers les 40 mètres en lac et 100 mètres en mer (pourtant limpide).
- L'éclairage doit avoir une autonomie suffisante, voir être multiple.
- Les lampes à gros optique ne résistent pas bien au-delà des 50 m (elles implosent).
- Les lampes de petite taille résistent mieux en profondeur.

## •L'autonomie d'une plongée

- Le profil d'une plongée profonde

### ●La descente

Le long d'un mouillage

Le long d'une ligne accrochée à une bouée, et lestée d'une gueuse

### ●La remontée

### ●La conduite d'une bonne décompression

- La plongée profonde amène le plongeur à conduire sa décompression avec rigueur, plus encore qu'une plongée d'exploration classique.
- L'effort en profondeur augmente l'absorption des gaz. En revanche, pendant la décompression, un léger exercice physique accélère l'élimination des gaz par augmentation du flux sanguin.
- La position verticale dans l'eau tête en haut provoque un léger effort inspiratoire améliorant l'élimination des gaz.
- La protection thermique améliore la décompression en favorisant le drainage de l'organisme.

### ●Les techniques de remontée

- Le long du mouillage
- Le long d'une ligne accrochée à une bouée et lestée d'une gueuse
- Avec un dévidoir fixé sur l'épave et un parachute que l'on gonfle
- Accroché à un bout de chanvre (biodégradable) fixé à l'épave

·La remontée classique en pleine eau

•Le profil d'une plongée profonde

●Les paliers

●Parachute

●Sous le bateau

●Sous le bateau avec bloc de secours

●Les paliers à l'oxygène: on en parle souvent mais peu de plongeurs l'expérimentent, pourtant son utilisation en décompression améliore la sécurité de la plongée.

●Des narguilés existent permettant aux plongeurs d'effectuer leur décompression à l'oxygène pur à 6 et 3 mètres dans les meilleures conditions de confort et de sécurité.

•les solutions à la plongée profonde

●Il suffit de croiser un plongeur à l'air dans la zone des 50 mètres pour se rendre compte des effets de la narcose.

●Un séjour de quelques minutes au-delà de 60 mètres n'est autorisé que pour des explorations ponctuelles.

●Cela est en fait une frontière entre la plongée à l'air et la plongée aux mélanges.

●Le trimix

·Le mélange ternaire idéal pour la plongée profonde.

·Mais ce type de plongée devient une plongée dite "lourde" par la quantité de matériel utilisé.

●Les recycleurs : Buddy Inspiration

·L'appareil est devenu le recycleur favori des plongeurs tek pour la plongée en mer.

·Le système utilise deux contrôles indépendants.

·Check bulles automatique, gestion intelligente des capteurs d'oxygène, alarmes sonores.

·Injection du mélange par électrovanne commandée par trois capteurs d'oxygène.

·Sac respiratoire : deux sur l'avant, en poitrine

·Mélanges utilisés : nitrox et trimix

·Zone d'utilisation : jusqu'à 100 m.

·Prix : 45000 F

● Les recycleurs : CCR 2000

- C'est la version commerciale d'un appareil utilisé par US Navy.
- Injection du mélange par électrovanne commandée par trois capteurs d'oxygène.
- Sac respiratoire : un dans le dos
- Mélanges utilisés : nitrox et trimix
- Zone d'utilisation : non spécifiée.
- Prix : NC

• Conclusion

Ce n'est pas parce que l'on ose aller profond à l'air qu'on est un bon plongeur, les risques augmentent très rapidement à partir de 50 mètres.

Seuls l'entraînement, la bonne forme physique, la connaissance des dangers de la profondeur, et de soi-même peuvent permettre de réduire les risques.

La plongée sur épave

• **Une épave est un milieu artificiel dangereux.**

• **Les structures de certaines d'entre elles sont telles que si l'on remplaçait l'eau par l'air, elles s'écrouleraient.**

La plongée sur épave

- Planifier sa plongée et plonger selon ce plan.
- Choix de l'objectif en fonction de son entraînement, sa formation, sa forme.
- Choix du matériel en fonction de cet objectif.
- Choix du coéquipier.
- Ne pas plonger, sans une solide formation de base.
- On ne doit pas dépasser 50 / 60m à l'air.
- C'est assez profond et on peut déjà utiliser, sans limite, le trimix.
- Prévoir une décompression avec des mélanges suroxygénés.
- Gestion de la décompression complexe mais précise.



## La plongée sur épave

- Cela implique d'emporter avec soi toute sa consommation, sa décompression par exemple bi-12, bi-15.
- Toujours prévoir un dépassement de temps et de profondeur exemple 5 minutes 5 mètres.
- Considérer la plongée sur épave comme une plongée sous plafond. Prévoir 1/3 en sécurité au fond et pour la remontée.
- Éviter de pénétrer dans les épaves et ne pas le faire sans fil d'Ariane et donc de sécateur. Un dévidoir peut être déroulé sur épave si l'on veut être sûr de retrouver le mouillage.
- Prévoir là plus qu'ailleurs des parachutes pour pouvoir se signaler le plus vite possible en cas de perte du mouillage.
- Le bateau et l'équipe de surface doivent être expérimentés pour assurer la sécurité des palanquées.