

AVANT PROPOS

La CMAS remercie la Fédération Belge FEBRAS/BEFOS pour avoir mis ce document pédagogique à notre disposition.

Nous vous invitons à aller sur notre site web « cmas.org » pour mieux découvrir toutes les activités que notre confédération vous propose.

Le document officiel et original est en langue française et se trouve sur le site web de la CMAS. Il est mis également à votre disposition dans les autres langues de la CMAS (Anglais-Espagnol). Ce syllabus reprend un ensemble d'informations qui dépassent parfois les attentes du plongeur 1*. Il appartient au moniteur d'informer le candidat sur les connaissances à maîtriser.

Toutes remarques constructives concernant ce manuel peuvent être adressées à tec@cmas.org



INTRODUCTION

Bienvenu dans notre Confédération qui rassemble des personnes partageant une même passion sportive, la plongée sous-marine.

Cet ouvrage, rédigé par une équipe de moniteurs passionnés, vous fera découvrir les premières bases de la théorie requise pour débiter notre activité en toute sécurité. La recherche pédagogique, le style, les illustrations de ce livre vous permettront d'acquérir sans difficulté les connaissances nécessaires.

Ce livre est un complément aux cours théoriques dispensés par votre moniteur. Les connaissances livresques vont de pair avec la pratique qui sera un élément essentiel de la formation du plongeur.

Toutes les informations et règles sont standardisées et définies par la Confédération Mondiale d'Activités Subaquatiques qui regroupe plus de 85 pays. Votre premier brevet de plongée sera donc reconnu mondialement.

D'autres clefs vous ouvriront les portes de domaines divers, dans lesquels vous pourrez vous épanouir davantage selon vos centres d'intérêts. La photo sous-marine, l'archéologie, la biologie, l'apnée, le hockey, l'enseignement de votre passion, ... font partie de l'éventail d'activités proposées par la CMAS.

Par La pratique de notre discipline, d'autres centres d'intérêts s'ouvriront à vous : l'archéologie, la photographie sous-marine, le hockey subaquatique, la biologie, la nage avec palmes, l'apnée, la plongée technique avec mélange, etc.

Cette approche sera enrichissante pour l'esprit et vous apportera une nouvelle vision complémentaire du monde sous-marin. Sa beauté vous émerveillera, vous surprendra. Apprenez à le respecter le monde du silence et à découvrir ce sentiment de liberté lorsque vous évoluerez dans les trois dimensions.

Nous espérons que dans cette société du zapping vous prendrez à cœur votre apprentissage et que vous vous découvrirez une vraie passion pour notre activité. Un jour, peut-être, vous la transmettez à votre tour.

Partager sa passion et ses émotions apporte du plaisir et de la satisfaction dans ce monde moderne où l'individualisme prédomine. La plongée sous-marine est un plaisir qui se partage en toute circonstance. Elle est un sujet fédérateur. Vous ne serez plus seul, et vous aurez un sujet passionnant pour « chatter » sur facebook, twitter ,... si vous êtes «must » et « in » ou, plus simplement, autour d'une table entre amis.

Table des matières

1. PRÉAMBULE	9
1.1 UN PEU D'HISTOIRE	9
1.2 LA PLONGÉE SE LIMITE-T-ELLE À LA VISITE D'UN RÉCIF CORALLIEN ?.....	11
1.3 FAUT-IL TOUJOURS ÊTRE GUIDÉ PAR UN PROFESSIONNEL ?	12
1.4 PLONGER AUTREMENT, POURQUOI ?	12
1.5 ALORS, QUE FAIRE ?.....	13
1.6 EN CONCLUSION	13
2. administration	14
2.1 QUE FAIRE POUR DEVENIR PLONGEUR?.....	14
2.2 BREVET ET NIVEAUX.....	14
2.3 FORMALITES ADMINISTRATIVES	14
2.4 ASSURANCE	16
2.5 PREROGATIVES DU PLONGEUR 1*	16
2.6 CONDITIONS D'HOMOLOGATION INTERNATIONAL	16
2.6.1 OBTENIR UN CERTIFICAT INTERNATIONAL	16
2.6.2 BUT DU SYSTEME D'HOMOLOGATION	16
2.7 DIX REGLES D'OR DE LA CMAS	17
3. Protocoles DU BREVET	19
3.1 PISCINE	19
3.2 MILIEU NATUREL	19
4. materiel obligatoire	21
4.1 MATERIEL DE BASE.....	21
4.2 EQUIPEMENT DE PLONGEE EN BOUTEILLE.....	21
4.3 EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE	21
4.4 MATERIEL DE SECOURS.....	21
5. EQUIPEMENT	22
5.1 EQUIPEMENT DE BASE OU "PETIT MATERIEL"	22
5.1.1 LES PALMES	22
5.1.2 LE MASQUE	23
5.1.3 LE TUBA.....	23
5.1.4 LA CEINTURE	23
5.1.5 LES PLOMBS	25

5.2 EQUIPEMENT DE PLONGEE EN BOUTEILLE.....	25
5.2.1 LA BOUTEILLE.....	25
5.2.2 LE DÉTENDEUR	26
5.2.3 LE GILET.....	27
5.2.4 LE VÊTEMENT ISOTHERMIQUE.....	28
5.2.5 Les instruments de mesure	29
6. PHYSIQUE DE LA PLONGÉE.....	31
6.1 LA FLOTTABILITE, PRINCIPE D'ARCHIMÈDE	31
APPLICATIONS À LA PLONGÉE.....	31
6.2 LA PRESSION	32
6.3. LA COMPRESSIBILTE DES GAZ.....	33
APPLICATIONS À LA PLONGÉE.....	34
7. Les PROBLEMES MEDicaux lies a la plongee.....	35
7.1.1 LA RESPIRATION	35
7.1.2 LE MÉTABOLISME	35
7.1.3 VOIES RESPIRATOIRES SUPERIEURES	36
7.1.4 POUMONS	37
7.1.5 MOUVEMENTS RESPIRATOIRES	38
7.1.5.1 Inspiration.....	38
7.1.5.2 Expiration.....	38
7.1.6 CIRCULATION	38
7.1.7 DESCRIPTION DE L'OREILLE ET FONCTIONNEMENT.....	40
7.2 Les ACCIDENTS DE Plongée.....	42
7.2.1 LES ACCIDENTS TOXIQUES	42
7.2.2 LES ACCIDENTS MECANIQUES	45
7.2.2.1 Mécanisme	45
7.2.2.2 LeS barotraumatismeS de l'oreille.....	45
7.2.2.3 Le barotraumatisme des sinus.....	46
7.2.2.4 Le placage du masque	46
7.2.2.5 Le barotraumatisme dentaire	46
7.2.2.6 La Colique du scaphandrier.....	47
7.2.2.7 Surpression pulmonaire (S.P.).....	47
7.2.3 L'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION.....	48
7.2.3.1 Incidents bénins	49
7.2.3.2 Accidents graves.....	49
7.2.3.3 Délais d'apparition	50

7.2.3.4 Facteurs favorisants	50
7.2.3.5 Prévention	50
7.2.3.6 Traitement	50
7.2.4 HYPOTHERMIE.....	51
7.2.4.1 Mécanisme	51
7.2.4.2 Prévention	51
7.2.5 LA NOYADE.....	52
8. introduction au secourisme	52
8.1 APPEL DES SECOURS	53
8.2 ADMINISTRATION D'OXYGÈNE	55
8.3 HYDRATATION.....	55
8.4 NOTIONS DE RÉANIMATION DE BASE – BASIC LIFE SUPPORT.....	56
(BLS) 56	
8.4.1 Evaluer la sécurité du lieu de l'accident (S-A-F-E)	56
8.4.2 Évaluer l'état de conscience	57
8.4.3 Evaluer la respiration	58
8.5 ADMINISTRATION DE SOINS AVEC UN DEA(SI DISPONIBLE)	60
Se Rappeler le S-A-F-E	60
Ne répond pas	60
Ne respire pas normalement.....	60
9. psychologie et plongee.....	61
9.1 PLONGÉE ET PRISE DE MÉDICAMENTS, DROGUES OU ALCOOL	61
9.2 ANXIÉTÉ ET STRESS	61
10. TABLES DE Décompression ET ORDINATEURS DE PLONGEE	62
10.1 GÉNÉRALITÉS	62
10.2 LES TABLES DE DÉCOMPRESSION.....	62
10.2.1 Plongée sans palier	63
10.2.2 Plongée répétitive	63
10.2.3 Palier de sécurité	63
10.2.4 UTILISATION DE LA TABLE DE PLONGEE.....	64
3. ORDINATEURS DE PLONGÉE	64
10.4 PROFIL « YOYO »	67
10.5 PROFIL « BORDER LINE ».....	68
11. ORGANISATION et planification de la plongee.....	69
11.1 CODE INTERNATIONAL DE COMMUNICATION	69

11.1.1	Sous l'eau	69
11.1.2	EN SURFACE	70
11.2	LE SYSTÈME DE PLONGÉE PAR BINÔME	70
11.3	COMPORTEMENT ET SÉCURITÉ DANS L'EAU	71
11.4	LA COMPRÉHENSION	71
11.5	VOS PREMIÈRES PLONGÉES.....	71
11.6	VOTRE COMPORTEMENT AVANT LA PLONGÉE	71
11.7	VOTRE COMPORTEMENT PENDANT LA PLONGÉE	73
11.8	DEBRIEFING	73
12.	LE Milieu	74
12.1	INTRODUCTION.....	74
12.2	MÉTÉO.....	74
12.3	MARÉES – COURANTS	74
12.4	FAUNE ET FLORE	75
12.5	ÉCOLOGIE.....	75
13.	competences requises en plongee bouteille.....	76
13.1	LE PALMAGE	76
13.2	L'USAGE DU TUBA.....	76
13.3	L'APNÉE	77
13.4	LA RESPIRATION AU DÉTENDEUR	78
13.5	VIDAGE DE MASQUE	79
13.6	LA MANŒUVRE DE VALSALVA.....	80
13.7	UTILISATION CORRECTE DU GILET	80
10.	TABLES DE DECOMPRESSION ET ORDINATEURS DE PLONGEE.....	56
10.1	GÉNÉRALITÉS	56
10.2	LES TABLES DE DÉCOMPRESSION	56
10.2.1	PLONGEE SANS PALIER.....	57
10.2.2	PLONGEE REPETITIVE.....	57
10.2.3	PALIER DE SECURITE	57
10.2.4	UTILISATION DE LA TABLE DE PLONGEE	57
10.3	ORDINATEURS DE PLONGÉE	58
10.4	PROFIL YOYO	60
10.5	PROFIL BORDERLINE	61
11.	ORGANISATION ET PLANIFICATION DE LA PLONGEE.....	62

11.1	CODE INTERNATIONAL DE COMMUNICATION	62
11.1.1	SOUS L'EAU	62
11.1.2	EN SURFACE	63
11.1.3	DE NUIT.....	63
11.2	LE SYSTÈME DE PLONGÉE PAR BINÔME.....	63
11.3	COMPORTEMENT ET SÉCURITÉ DANS L'EAU	64
11.4	LA COMPRÉHENSION	64
11.5	VOS PREMIÈRES PLONGÉES.....	64
11.6	VOTRE COMPORTEMENT AVANT LA PLONGÉE	64
11.7	VOTRE COMPORTEMENT PENDANT LA PLONGÉE.....	65
11.8	DEBRIEFING	65
12.	MILIEU	66
12.1	INTRODUCTION	66
12.2	MÉTÉO.....	66
12.3	MARÉES – COURANTS.....	66
12.4	FAUNE ET FLORE.....	67
12.5	ÉCOLOGIE	67
13.	COMPÉTENCES REQUISES POUR LA PLONGÉE EN BOUTEILLE	68
13.1	LE PALMAGE	68
13.2	L'USAGE DU TUBA.....	68
13.3	L'APNÉE	69
13.4	LA RESPIRATION AU DÉTENDEUR	70
13.5	VIDAGE DE MASQUE.....	71
13.6	LA MANŒUVRE DE VALSALVA.....	72
13.7	UTILISATION CORRECTE DU GILET	72
1	4	.
QUESTIONS.....		73

1. PRÉAMBULE

L'envie de découvrir les fonds marins peut avoir été initiée depuis un rivage par l'observation d'un petit poisson nageant sur le fond, suite à la visite d'un aquarium marin, après avoir vu un film ou une émission télévisée, ou simplement grâce à la lecture d'un ouvrage consacré au monde du silence. Certains auront peut-être eu l'occasion de contempler ce monde fascinant lors de séances de plongée libre aussi connue sous la dénomination anglaise de « snorkelling ». Cette envie peut tout naturellement conduire à une aventure formidable : pratiquer la plongée en scaphandre.

1.1 UN PEU D'HISTOIRE

Il n'y a pas si longtemps, pénétrer le monde sous-marin était considéré comme l'apanage d'aventuriers bravant de nombreux dangers.

La plongée en scaphandre a vu le jour sur les rivages de la Méditerranée et ses adeptes ne disposaient pas en ce temps de matériel très sophistiqué. Beaucoup d'inconnues demeuraient quant aux effets de la pression sur le corps humain.

Ces passionnés se sont rapidement regroupés en club et fédération et ont jeté les premières bases de l'enseignement de la plongée sous-marine liant rigueur et sérieux au besoin de se retrouver entre eux en toute convivialité. Privilégier la qualité à la rapidité d'accès aux profondeurs relevait du bon sens et était indispensable pour pratiquer cette discipline en toute sécurité. Cette philosophie est demeurée l'image de marque de notre enseignement, fidèle aux idéaux des pionniers des origines.



© Archives M. Xhignesse

L'avènement du tourisme, d'équipements sophistiqués et une meilleure connaissance des effets physiologiques de la pression permettent aujourd'hui d'aborder plus rapidement cette discipline et d'éviter un parcours jugé trop long et fastidieux. Quelques heures de piscine et de cours théorique dans une île enchantée suivis d'une première incursion sous-marine à faible profondeur dans un lagon suffisent à former le plongeur de loisir.

Cela peut satisfaire bon nombre de personnes dans la mesure où la pratique de la plongée ne sera pour eux qu'un divertissement occasionnel qui se limite très souvent à la visite guidée d'un récif corallien à faible profondeur.



© S. Marcotty – Barrage de l'eau d'Heure

1.2 LA PLONGÉE SE LIMITE-T-ELLE À LA VISITE D'UN RÉCIF CORALLIEN ?

A cette question, il nous faut répondre par la négative. Si les mers coralliennes proposent une gamme de coloris et de poissons à foison, des eaux chaudes et translucides à souhait, d'autres types de fond, d'autres créatures, des épaves vous attendent sous toutes les mers du monde. Les conditions de plongée y sont par contre très souvent plus difficiles, la température de l'eau pouvant être basse, la visibilité restreinte, la profondeur plus conséquente.



© P. Vanmellaert - Zélande

1.3 FAUT-IL TOUJOURS ÊTRE GUIDÉ PAR UN PROFESSIONNEL ?

La plongée pour débutant peut être assimilée à une visite sommaire d'une ville ou d'un musée, guidée par un professionnel. Certains s'en contentent mais d'autres préféreront revenir en se documentant afin d'organiser leur visite de manière autonome. Il en va de même en plongée. Quel bonheur d'aller découvrir des sites sous-marins merveilleux avec ses amis ou sa famille pour ensuite en discuter lors des longues soirées d'hiver. Pour ce faire, une formation plus poussée et une assiduité à la pratique de la plongée sous-marine est indispensable.



© S. Godin - Mer Rouge

1.4 PLONGER AUTREMENT, POURQUOI ?

Comme déjà évoqué plus avant, il peut être intéressant de plonger plus profond et donc de devoir pratiquer une plongée à décompression obligatoire avec paliers(s). Plonger dans des conditions plus ingrates requiert une maîtrise de soi plus conséquente. Tout cela ne s'apprend ni ne s'acquiert en quelques jours mais bien par une formation continue et rigoureuse. C'est en outre entrer dans un monde de passionnés qui aiment à se retrouver ensemble pour parler de quoi : de leur passion évidemment !

Tous les passionnés du monde ont une fâcheuse tendance à se regrouper, la plongée sous-marine ne fait pas exception.



1.5 ALORS, QUE FAIRE ?

Toute personne qui s'inscrit dans ce qui a été exposé plus haut, qu'il soit débutant ou confirmé et qui se destine à faire de cette discipline un hobby continu, trouvera à la CMAS ce qu'elle cherche.

Nous privilégions en effet la qualité à la rapidité de l'enseignement car nos plongeurs deviendront un jour autonome voire instructeurs. Nous nous basons sur une expérience de plus de 50 ans d'existence. Nous formons des plongeurs autonomes ainsi que des instructeurs de très haut niveau.



1.6 EN CONCLUSION

Si ce que vous venez de lire correspond à ce que vous cherchez, si vous adhérez à ces principes et à cette conception, vous rentrerez dans un monde merveilleux duquel il est très difficile de sortir.

2. ADMINISTRATION

2.1 QUE FAIRE POUR DEVENIR PLONGEUR?

La **Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques** regroupe plus de 85 pays. Ses moniteurs vous enseigneront parfaitement toutes les techniques modernes de cette belle discipline qui deviendra rapidement une passion.



2.2 BREVET ET NIVEAUX

La CMAS délivre :

4 brevets de plongeur satisfaisant aux standards internationaux CMAS. Les trois premiers niveaux de plongeur répondent aux exigences en matière de plongée loisir.

3 brevets de moniteur de plongée satisfaisant aux standards internationaux CMAS. Tous répondent aux exigences élevées en matière de formation d'instructeur de plongée.

2.3 FORMALITES ADMINISTRATIVES

A la fin de ce cours, vous devez recevoir une carte CMAS plongeur 1étoile. Pour être valable, cette carte aura le sigle CMAS sous forme d'un hologramme. Elle devra mentionner au minimum ce qui suit :

- Nom de famille du porteur de carte
- Ses prénoms
- Sa nationalité
- Le numéro CMAS de la C-carte

Le système de numérotation suivant doit être utilisé sur toutes les C-cartes: "**XXX/Y00/ZZ/99/888888**"

La signification de ce système est la suivante

XXX" indique l'acronyme olympique du pays de la fédération ou du centre de plongée où la C-carte a été éditée;

Y" indique si la carte a été éditée par une fédération ou par un centre de plongée. S'il s'agit d'une fédération « Y » sera remplacé par un « F » et s'il s'agit d'un centre de plongée « Y » sera remplacé par un « O » ;

00" indique le code unique donné à la fédération ou centre de plongée CMAS ;

ZZ" indique le niveau de certification (i.e. P1, P2, P3 etc.);

99" indique les deux derniers chiffres de l'année pendant laquelle la C-carte a été éditée et

888888" est le numéro unique à six chiffres de la C-carte montrant le niveau de certification

décerné pendant une année précise (il est obligatoire de commencer le numéro par **000001** le 1 janvier de chaque année).

Voici quelques exemples de numérotation: "**ESP/F00/M3/02/000025**" signifie qu'il s'agit de la 25 C-carte de moniteur 3* éditée par la fédération Espagnole dans l'année 2002

"**ITA/F00/P3/03/000169**" signifie qu'il s'agit de la 169 C-carte de plongeur 3 * éditée par la fédération italienne dans l'année 2003.



2.4 ASSURANCE

RESPONSABILITE CIVILE

Il est vivement recommandé de disposer d'une couverture d'assurance pour la pratique de l'activité de plongée sous-marine. Très souvent, il s'agit de contrat spécifique. Renseignez-vous auprès de votre instructeur quant à savoir si votre pratique dans votre structure est assurée.

Pour rappel, la responsabilité couvrir la responsabilité de vos actions à l'égard d'un autre plongeur.

2.5 PREROGATIVES DU PLONGEUR 1*

Le plongeur 1* est qualifié pour utiliser de l'air respirable. Il est capable de réaliser des plongées ne nécessitant pas la réalisation de paliers obligatoires (NO DECO). Il est apte à réaliser des plongées à la lumière du jour et dans un environnement où la remontée directe à la surface est possible.

Lors de ses plongées, en surface, une assistance est prévue. Il est formé et qualifié pour plonger dans des conditions identiques ou meilleurs que les conditions de sa formation. Si sa formation a été complétée, il pourrait plonger à une profondeur maximum de 20 mètres avec un plongeur de même niveau

2.6 CONDITIONS D'HOMOLOGATION INTERNATIONAL

La CMAS a développé un système d'homologation international pour la formation des plongeurs CMAS.

2.6.1 OBTENIR UN CERTIFICAT INTERNATIONAL

Un plongeur peut obtenir un certificat international de formation de plongeur CMAS de l'une des manières suivantes :

- En suivant un programme de formation de plongeur d'une fédération CMAS, délivrée par un instructeur CMAS dûment autorisé à présenter ce programme au nom de la fédération spécifique CMAS; ceci est valable pourvu que cette fédération CMAS soit en règle avec le Comité Technique CMAS et à condition que ce programme de formation ait été identifié par la CMAS en tant qu'équivalent au standard de ce programme spécifique de formation.
- En assistant à un programme de formation de plongeurs CMAS d'un centre de plongée CMAS, représenté par un instructeur CMAS autorisé à présenter ce programme au nom du centre de plongée spécifique ; ceci est valable à condition d'une part que le centre de plongée soit en règle avec le Comité Technique CMAS et d'autre part que ce programme de formation ait été identifié par CMAS en tant qu'équivalent au standard de ce programme spécifique de formation.

2.6.2 BUT DU SYSTEME D'HOMOLOGATION

Le système d'homologation international de formation des plongeurs CMAS vise à fournir la reconnaissance internationale de chaque certification de formation des plongeurs CMAS. Ceci signifie que le système est conçu pour fournir une reconnaissance du niveau de compétence et d'expérience d'un plongeur, indépendamment du lieu où il/elle a été formé(e), lui permettant ainsi de plonger partout dans le monde avec sa C-carte CMAS.

Toutes les fédérations ou centres de plongée CMAS sont obligés de reconnaître la certification internationale CMAS d'un plongeur, lui permettant de plonger dans les limites de sa certification CMAS et lui permettant d'accéder à des programmes supérieurs de formation.

2.7 DIX REGLES D'OR DE LA CMAS

Les dix règles d'or édictées par la CMAS sont les suivantes :

- 1 - Ne jamais entrer dans l'eau à travers les roseaux, du corail vivant ou des plantes d'eau.
- 2 - Se tenir éloigné des coraux, d'autres animaux et ne pas trifouiller le sédiment.
- 3 - Vérifier le gilet gonflable
- 4 - Lors des plongées, faire attention à l'endroit où on mouille l'ancre.
- 5 - Ne pas titiller, toucher ou nourrir les animaux sauvages.
- 6 - Ne pas pêcher au fusil sous-marin pour le plaisir et ne pas acheter ni collecter de souvenirs tel que coraux ou coquillages.
- 7 - Faire attention lors de plongées en grottes. Les bulles peuvent endommager leur fragile existence.
- 8 - Respecter la propreté des sites de plongée
- 9 - Apprendre à connaître la vie sous-marine et éviter sa destruction.
- 10 - Conseiller à ses amis de respecter ces règles

3. PROTOCOLES DU BREVET

Un protocole d'épreuve est une suite de gestes coordonnés, manipulations de l'équipement, exercices physiques, discipline mentale, gestion de soi, du groupe et/ou de l'espace, ... exigés afin d'acquérir une ou plusieurs techniques et d'en démontrer la maîtrise. Le protocole doit être réalisé avec aisance.

Les épreuves doivent être réalisées avec succès.

3.1 PISCINE

- ✓ UTILISATION DU MASQUE, PALMES, TUBA
- ✓ MONTAGE ET DEMONTAGE DU MATERIEL DE PLONGEE
- ✓ INSPECTION DE L'EQUIPEMENT ET CELUI DE SON BINOME AVANT LA PLONGEE
- ✓ MISE A L'EAU ET SORTIE DE L'EAU
- ✓ AJUSTEMENT DU LESTAGE
- ✓ VIDAGE DU TUBA ET DU DETENDEUR
- ✓ ECHANGE DU TUBA DETENDEUR EN SURFACE
- ✓ PROCEDURE DE DESCENTE ET DE REMONTEE
- ✓ PARCOURS SOUS-MARIN
- ✓ VIDANGE DE MASQUE
- ✓ RESPIRER SOUS EAU SANS MASQUE
- ✓ COMMUNICATION SOUS EAU AVEC BINOME
- ✓ PASSAGE D'EMBOUT SOUS EAU
- ✓ 50 METRES EN SURFACE AVEC P.M.T (PALMES, MASQUE, TUBA)
- ✓ GESTION DES INSTRUMENTS
- ✓ CONTROLE DE LA FLOTTABILITE SOUS EAU ET EN SURFACE
- ✓ RETRAIT ET REMPLACEMENT DU LESTAGE
- ✓ RETRAIT ET REMISE DE LA BOUTEILLE SOUS EAU
- ✓ INTERVENIR SUR PANNE D'AIR AVEC ASSISTANCE ET REMONTEE EN SURFACE
- ✓ ASSISTANCE à SON BINOME EN SURFACE
- ✓ ATTENTION AU MATERIEL EN SURFACE

3.2 MILIEU NATUREL

- ✓ UTILISATION DU MASQUE, PALMES, TUBA
- ✓ MONTAGE ET DEMONTAGE DU MATERIEL DE PLONGEE
- ✓ INSPECTION DE L'EQUIPEMENT ET CELUI DE SON BINOME AVANT LA PLONGEE
- ✓ MISE A L'EAU ET SORTIE DE L'EAU
- ✓ AJUSTEMENT DU LESTAGE
- ✓ VIDAGE DU TUBA ET DU DETENDEUR
- ✓ ECHANGE DU TUBA DETENDEUR EN SURFACE
- ✓ PROCEDURE DE DESCENTE ET DE REMONTEE
- ✓ PARCOURS SOUS-MARIN
- ✓ VIDANGE DE MASQUE
- ✓ RESPIRER SOUS EAU SANS MASQUE
- ✓ COMMUNICATION SOUS EAU AVEC BINOME
- ✓ PASSAGE D'EMBOUT SOUS EAU
- ✓ 50 METRES EN SURFACE AVEC P.M.T (PALMES, MASQUE, TUBA)
- ✓ NAVIGATION SIMPLE SOUS EAU
- ✓ GESTION DES INSTRUMENTS

- ✓ CONTROLE DE LA FLOTTABILITE SOUS EAU ET EN SURFACE
- ✓ RETRAIT ET REMPLACEMENT DU LESTAGE
- ✓ RETRAIT ET REMISE DE LA BOUTEILLE SOUS EAU
- ✓ INTERVENIR SUR PANNE D'AIR AVEC ASSISTANCE ET REMONTEE EN SURFACE
- ✓ ASSISTANCE à SON BINOME EN SURFACE
- ✓ ATTENTION AU MATERIEL EN SURFACE

4. MATERIEL OBLIGATOIRE

4.1 MATERIEL DE BASE

- PALMES
- MASQUE
- TUBA
- COMBINAISON DE PLONGEE
- CEINTURE DE PLOMBS
- OUTIL DE COUPE

4.2 EQUIPEMENT DE PLONGEE EN BOUTEILLE

- BOUTEILLE
- ROBINETTERIE
- DETENDEURS : PRINCIPAL ET SECONDAIRE (deux sources d'air)
- MANOMETRE
- COMPAS
- MONTRE ou TIMER
- PROFONDIMETRE
- MOYEN DE DECOMPRESSION

4.3 EQUIPEMENT SUPPLEMENTAIRE

- LAMPE
- BOUEE DE SIGNALISATION ET DRAPEAU
- SAC DE PLONGEE
- CARNET INDIVIDUEL

4.4 MATERIEL DE SECOURS

- MATERIEL D'APPEL AU SECOURS (SONORE ET VISUEL)
- KIT DE PREMIERS SOINS
- KIT D'OXYGENE

5. EQUIPEMENT

5.1 EQUIPEMENT DE BASE OU "PETIT MATERIEL"

C'est ainsi que l'on nomme l'équipement de plongée libre (Celui qui ne permet pas de respirer sous l'eau) nécessaire aux premières leçons de plongée. Voyons de quoi il se compose et comment le choisir.

5.1.1 LES PALMES

Une palme se compose de deux parties: La partie chaussante et la voileure.

EXAMINONS D'ABORD LA PARTIE CHAUSSANTE

Il en existe de deux types:

Les modèles recouvrant tout le pied à la manière d'une chaussure. Ce modèle est plus difficile à choisir car il doit épouser parfaitement le pied sans serrer exagérément. Néanmoins, bien choisi il offre un confort particulièrement appréciable lors des séances d'entraînement.

Vous les essayerez donc chez le marchand, de préférence sans chaussette et avec un peu de talc. En effet, une palme difficile à chausser à sec va se mettre à glisser et à frotter une fois mouillée. Vous les choisirez donc un peu plus serrantes qu'une paire de chaussures, en pensant que vous y serez pieds nus et que le revêtement intérieur du chausson ne peut donc pas présenter de bavures ou de soudures gênantes.

Les modèles ne couvrant que la partie antérieure du pied, et se fixant avec des sangles réglables. Ce modèle permet de porter des chaussons isothermiques pour les plongées en milieu naturel.

EXAMINONS MAINTENANT LA VOILURE.

Il en existe aussi plusieurs types.

Composées d'un seul matériau, en caoutchouc noir par exemple, simples et résistantes, elles ont cependant tendance à disparaître du marché au profit de modèles plus sophistiqués.

Composées de plusieurs matériaux différents, parfois deux ou trois. Par exemple, le caoutchouc ou la silicone pour les chaussons, un matériau composite pour la voileure, quelques fois munies de nervures en caoutchouc ou munies de trous.



Mais tous ces détails sont affaire de spécialistes. Nous avons simplement besoin de savoir ceci : **plus une voileure est de grande surface et rigide, et plus il sera difficile d'utiliser les palmes.** Nous les choisirons donc en fonction de notre musculature, de notre niveau d'entraînement... et de nos ambitions.

5.1.2 LE MASQUE

Pour voir sous l'eau, vous aurez aussi besoin d'un masque, voyons lequel choisir.

Quel que soit le modèle que vous choisirez, il faudra qu'il comporte impérativement soit un "nez" soit un bossage, afin de vous permettre d'équilibrer les pressions de part et d'autre du tympan. Il faut savoir que, plus on s'enfonce dans l'eau, plus la pression augmente. Notre corps, composé à 75% d'eau saline, comporte toutefois quelques cavités remplies d'air ou de gaz (sinus, oreille moyenne). Dans ces cavités, les pressions internes et externes doivent être équilibrées, d'où l'utilité de savoir se pincer le nez. *(Voir chapitre 5.6)*



Ensuite, pour contrôler l'adaptation du masque à votre morphologie, placez-le sur votre visage sans utiliser la sangle de maintien, il devra tenir grâce à une légère aspiration par le nez. Si vous devez aspirer trop fort c'est que le masque n'est pas adapté.

Qu'il comporte un ou deux verres est affaire de goût personnel, le principal est que son volume soit le plus réduit possible.

La matière de la jupe, (silicone transparente ou colorée, caoutchouc noir), est affaire de prix, sachant que celui-ci se justifie par une plus ou moins grande longévité et par le confort que procurent certaines nouvelles silicones.

Porteurs de lunettes, sachez que les verres des masques peuvent être corrigés soit par collage de lentilles, soit par usinage du verre.

5.1.3 LE TUBA

Un tuba vous sera aussi indispensable.

Ici la simplicité est reine. Les tubas munis de soupapes d'évacuation ne sont pas utiles. Ne parlons pas des modèles munis de valves empêchant l'eau d'entrer dans la partie supérieure du tuba. Si vous en voyez, proscrivez les, ils sont responsables de pas mal de "tasses", si pas de noyades.



5.1.4 LA CEINTURE

La ceinture de lestage mérite elle aussi quelques mots.

La matière la plus répandue est la sangle de nylon, quelquefois on trouve des sangles de caoutchouc qui conviennent très bien aussi. Le plus important est que la boucle de celle-ci puisse être larguée rapidement d'une seule main.

Vous trouverez facilement, sur le marché, plusieurs formes de boucles différentes. Certaines boucles comportent un ergot permettant d'attacher la sous-cutale de la bouteille. Il s'agit d'une sangle équipant les vieux modèles de sanglage des scaphandres. Ce système de sanglage, bien qu'en voie de disparition au profit des back-pack (système de sanglage comportant un "dossier" qui outre une plus grande stabilité, assure aussi un plus grand confort), est encore régulièrement



utilisé. Il n'est donc pas inutile que votre boucle soit équipée de cet ergot.

Il existe également des ceintures dites "à poches". Ce type de ceinture à l'avantage d'être plus souple car elles contiennent non pas des plombs classiques (*Voir chapitre 1.2.1.5*), mais des petits sachets contenant de la grenaille. Elles sont donc beaucoup plus confortables.



Certaines marques de jacket de stabilisation (*Voir chapitre 1.2.2.3.*) proposent également des poches à lestage intégrées dans la doublure du gilet. Cette méthode est de loin la plus confortable, et possède l'avantage de ne plus avoir de lestage sur soi dès que l'on hôte son gilet.

5.1.5 LES PLOMBS

Des plombs d'un poids de 1kg sont indispensables. Il n'est cependant pas inutile d'en acheter un de 500g qui vous permettra de vous lester finement. Le lestage dépend évidemment de votre corpulence et de votre densité. Sachez que le lestage idéal est celui qui permet au plongeur de rester en équilibre à 3 mètres de profondeur, gilet vide, en fin de plongée lorsqu'il est passé sur "réserve" (Plus ou moins 50 bar de pression dans la bouteille).



Il existe trois types de lestage, les plombs sans revêtement de protection, avec revêtement de protection, et les sachets de grenailles.

Ne vous sur-lestez pas inutilement.



5.2 EQUIPEMENT DE PLONGEE EN BOUTEILLE

5.2.1 LA BOUTEILLE

La bouteille de plongée représente un investissement important et on ne saurait trop recommander d'utiliser celles que votre club met à votre disposition.

Cependant si le virus de la plongée ne vous quitte plus, vous voudrez vite acquérir l'indépendance que procure la libre disposition d'un matériel personnel. Nous allons donc en étudier les caractéristiques principales et le mode d'emploi.

Les bouteilles sont caractérisées par leur volume qui peut être de 7, 8, 10, 12, 15, 18 et même 20 litres. Le volume d'une bouteille correspond à l'équivalent de sa contenance en eau. Le choix du volume de cette bouteille varie d'une personne à l'autre et en fonction de l'usage principal que vous voudrez en faire.

En eau libre, une bouteille d'un volume de 12 litres suffit pour la plupart des plongées que vous ferez.

En mer, plusieurs possibilités s'offrent à vous. Il existe des bouteilles de contenances supérieures comme celle de 18 litres, ou des bouteilles en carbone qui ont l'avantage d'avoir un poids beaucoup plus léger et une autonomie supérieure. Sachez également qu'il existe des Bi-bouteilles de 2 x 10 litres. Toutes les combinaisons sont toutefois possibles.

Ex : Bi 2 x 7 ou 2 x 8 litres.



Les compromis qui sont (très) largement adoptés sont la bouteille 15 litres (homme) et la 12 litres court (femme). Elles sont suffisantes en nos eaux et permettent la plupart des plongées en mer.

Les bouteilles de plongée sont également caractérisées par leur sanglage. Il existe un grand type de sanglage pour équiper les bouteilles.

LE SYSTÈME BACK-PACK

Nous entendons par « Back-Pack » un petit dossier en plastique attaché à la bouteille par un gros cerclage métallique ou par une sangle. Ce dossier est muni d'une seule longue sangle qui permet le réglage une fois la bouteille capelée (capeler est un terme de marine, couramment utilisé en plongée, signifiant "équiper la bouteille sur le dos").



Il est cependant à noter que l'utilisation d'un système de stabilisation est obligatoire dès vos premières plongées en milieu naturel.

La bouteille, pour être en bonne position avant de plonger, doit être serrée mais pas au point de gêner. Le robinet doit être approximativement au niveau haut de vos poumons et en tirant la tête en arrière, vous ne pouvez pas le toucher.

Mais revenons à notre bouteille, laquelle n'est toujours pas équipée. Pour ce faire il va nous falloir retenir un moyen mnémotechnique, mais qui nous permettra de retenir toute la séquence nécessaire.

Ce mot est OGI SER PREFON, voyons ce qu'il signifie :

- O** Examiner le joint de liaison robinet/détendeur de votre bouteille. Le O remplace "O ring", mot signifiant joint.
- GI** Disposer le gilet sur la bouteille.
- SER** Serrer le détendeur sur la bouteille.
- PRE** Pression à vérifier chaque fois que vous mettez un détendeur sur une bouteille.
- FON** Vérifier le fonctionnement du détendeur et de l'inflateur puis faire un essai à sec.

Les bouteilles de plongée sont soumises à des règlements spécifiques que votre moniteur se fera un plaisir de vous expliquer lors d'une séance spéciale. Quelques règles de sécurité sont nécessaires à mettre en pratique :

N'abandonnez jamais votre bouteille sans support ou sans la coucher. C'est un réservoir sous pression et une chute peut être dommageable, ne serait-ce que pour vos orteils.

Protégez la robinetterie, qui est plus fragile que la bouteille elle-même.

Ne la traînez pas par terre pour la déplacer. Portez la plutôt dans vos bras, à l'épaule, ou mieux en enfilant les sangles dont elle est munie.

Ne l'exposez pas à de fortes chaleurs, dans le coffre d'un véhicule ou en plein soleil, la température peut monter à 60 degrés.

Ne l'entreposez pas couchée pour une longue période.

5.2.2 LE DÉTENDEUR

L'air de votre bouteille est en général à une pression de 200 bar. Tel quel, il est quasiment inutilisable et un détendeur est nécessaire. Un détendeur est un appareil qui permet de respirer l'air sous pression de votre bouteille en diminuant cette haute pression à la pression ambiante. Que vous soyez en surface ou en profondeur vous aurez toujours grâce à lui, de l'air en quantité suffisante et à la bonne pression.

Il est composé de trois parties principales :

1. Le premier étage, que vous raccorderez à la robinetterie de la bouteille.
2. Le deuxième étage et son embout buccal.
3. Le tuyau de moyenne pression qui relie le premier étage et le deuxième étage.

Le choix est vaste, et comme tous les détendeurs vendus sur le marché sont fiables, nous nous trouvons de nouveau devant un problème de gout personnel. Sachez cependant poser les bonnes questions à votre marchand et à votre moniteur de plongée. Il faut en effet savoir que tous les détendeurs n'ont pas le même débit ni les mêmes résistances à l'inspiration ou à l'expiration. Le débit devrait être maximum et les résistances minimales. Il faut savoir aussi qu'en eau froide, un détendeur qui a un débit important peut givrer rapidement. Le constructeur l'a-t-il prévu? N'hésitez surtout pas à demander à votre moniteur ce qu'il en pense, l'expérience en ce domaine est là aussi payante.

Il est obligatoire de plonger avec deux sources d'air respirable et vivement recommandé d'être en possession d'un second détendeur indépendant. Il permet en effet de palier à un ennui mécanique de votre détendeur principal, mais aussi de donner de l'air à votre compagnon de plongée si celui-ci venait à en manquer pour une raison ou une autre.



© S. Godin

5.2.3 LE GILET

Le gilet de plongée est prévu pour vous aider à maintenir votre poids apparent constant tout le long de votre plongée. Votre vêtement de plongée est notamment constitué d'alvéoles remplies d'air, en fonction de l'augmentation de pression ambiante ces alvéoles vont diminuer de volume. (Loi de Boyle et Mariotte)

Or si votre volume diminue, votre poids apparent augmente (*Voir Principe d'Archimède, chapitre 4*). Vous allez donc insuffler un peu d'air dans votre gilet pour compenser cette perte de volume. Evidemment, si vous vous trouvez en difficulté sur le fond, votre gilet une fois gonflé vous remontera quasiment tout seul.

Il s'agit d'une "veste" que l'on enfle comme telle. Le fait qu'elle soit solidaire de votre bouteille supprime complètement le poids de celle-ci dans l'eau. Son apparition sur le marché a provoqué une petite révolution,

l'essayer c'est l'adopter. Tous les sceptiques l'ayant testée ont été convaincus par son confort et sa facilité d'emploi.



INFLATEUR : Il s'agit d'un petit appareil, raccordé par un tuyau sur une sortie moyenne pression de votre détendeur, qui permet de gonfler la stabilizing-jacket (Également appelée stab) ou le gilet. Son débit peut varier d'un modèle à l'autre. Certains modèles sont équipés d'un système hybride, combinant détendeur de secours et inflateur

5.2.4 LE VÊTEMENT ISOTHERMIQUE

Les eaux des régions tempérées que nous connaissons bien ont des variations de température en surface allant de 2° à 20° Celsius.

Au fond de l'eau, vers 25 ou 30 mètres ces différences de température s'estompent pour varier entre $\pm 10^\circ$ et $\pm 4^\circ$. Ces températures ne vous permettront jamais de plonger en maillot, il faudra donc en premier lieu acheter une combinaison de plongée.

Le principe d'une combinaison de plongée est le suivant : une couche de néoprène (caoutchouc alvéolé) sous laquelle l'eau est emprisonnée et circule très lentement. Elle pourra donc se réchauffer au contact du corps en lui empruntant des calories. Le temps mis par le corps pour se refroidir variera évidemment de ± 20 minutes en plein hiver à plus d'une heure en été et près de la surface, en fonction de la température de l'eau et de l'épaisseur de la combinaison.

Attention si une combinaison épaisse protège mieux du froid, elle est aussi moins souple et nécessite un lestage plus important en surface. De plus il faut savoir qu'en fonction de la qualité du néoprène, des épaisseurs de 7mm valent parfois certains modèles de 9mm.

Le néophyte se retrouvera à nouveau devant un vaste choix. Pour un débutant, le plus important sera de choisir la combinaison la mieux adaptée à sa morphologie. C'est-à-dire que quel que soit le mouvement effectué, la combinaison devra toujours coller le plus possible à la peau. Le choix des couleurs ne devrait intervenir qu'après ce critère et non le contraire.



5.2.5 LES INSTRUMENTS DE MESURE

Même si durant toute votre formation au brevet 1 étoile, vous serez encadré par un moniteur de plongée, ceci ne vous dispense pas d'être dans la possibilité d'évaluer la durée et la profondeur à laquelle vous avez évolué durant votre plongée. Différents instruments s'offrent à vous :

LA MONTRE :

Il est utile de connaître la durée du séjour dans l'eau. L'idéal est une montre indiquant une résistance à 200m. Cette mention indique la pression maximale à laquelle elle a été testée.

La montre de plongée assortie des tables de plongée sont deux accessoires obligatoires.



LE PROFONDIMETRE ELECTRONIQUE OU TIMER :

Cet instrument indique la durée de la plongée, la profondeur maximum atteinte durant cette plongée ainsi que la profondeur instantanée.



© M. Hiernaux



L'ORDINATEUR :

L'ordinateur est la solution la plus complète mais aussi la plus onéreuse. Celui-ci combine en effet une montre, un Timer, un profondimètre et un instrument proposant une décompression. Il en existe de différents modèles et de différentes marques, à différents prix, pour différentes fonctionnalités. Avant d'acheter ce type de matériel, renseignez-vous auprès de vos instructeurs.

LE MANOMETRE

Le manomètre est un appareil de mesure de la pression. Il existe des manomètres de surface et des manomètres immergeables.

Le manomètre permet de connaître, à tout moment de la plongée, la pression d'air restant dans la bouteille et ainsi de surveiller sa consommation d'air et son autonomie.

Le manomètre immergeable offre la possibilité au moniteur de vérifier à tout moment le niveau du stock d'air des plongeurs de la palanquée. Ce qui lui permettra de gérer la plongée, de raccourcir le temps de plongée si la pression du bloc est trop près de la réserve ou terminer l'exploration comme elle était prévue.

Le manomètre de plongée est relié à une sortie haute pression du premier étage du détendeur. Gradué de 0 à 300 bar, il a la forme d'un cadran simple ou intégré dans une console.



© S. Godin

6. PHYSIQUE DE LA PLONGÉE

6.1 LA FLOTTABILITE, PRINCIPE D'ARCHIMÈDE

Tout corps plongé dans un fluide subit de la part de celui-ci une poussée verticale, exercée du bas vers le haut, égale au poids du fluide déplacé.

Donc : Le poids apparent d'un objet (ce qu'il pèse sous l'eau) = au poids réel (ce qu'il pèse hors de l'eau) – la poussée d'Archimède $P_{app.} = P_r - P_{arch.}$

Si le poids apparent est $>$ à la poussée d'Archimède l'objet coule.

Si le poids apparent est $<$ à la poussée d'Archimède l'objet flotte.

Si le poids apparent = à la poussée d'Archimède mon objet est en équilibre entre deux eaux.

Considérons trois plongeurs équipés de poids réel identiques (100 kg) mais de volume différent (120 dm³, 100 dm³ et 80 dm³) plongés dans de l'eau pure (masse 1 kg/dm³).

Ces trois plongeurs ne subiront pas la même poussée :

Celui de 120 dm³ subira 120 kg de poussée et flottera.

Celui de 100 dm³ sera en équilibre

Celui de 80 dm³ coulera.

APPLICATIONS À LA PLONGÉE

LE LESTAGE :

Le corps humain a une densité très proche de celle de l'eau. Chez certains individus, elle sera plus ou moins élevée. Lorsque le plongeur revêt du matériel flottant (Combinaison, gants, etc...), sa densité va se retrouver dans la majeure partie des cas inférieure à celle de l'eau surtout en mer (La densité de l'eau de mer est supérieure à celle de l'eau douce). De manière à pouvoir pénétrer l'élément liquide sans devoir combattre pour ne pas flotter, le plongeur doit se lester au moyen d'une ceinture de plomb (Voir le chapitre matériel).

LE CANARD :

De manière à pouvoir s'immerger facilement sans être trop lesté, on utilise une technique particulière appelée le "canard". Cette technique consiste à plonger la partie supérieure du corps sous eau tout en redressant la partie inférieure hors de l'eau. Cette dernière ne subit plus la poussée d'Archimède de l'eau et pousse sur la partie supérieure immergée. La pénétration sous eau sera ainsi facilitée par le mouvement d'inertie induit par cette manœuvre.

LA VARIATION DE LA FLOTTABILITÉ AVEC LA PROFONDEUR :

Les vêtements de plongée sont fabriqués généralement en néoprène. Cette matière polymérique renferme des bulles d'air. Ces bulles vont diminuer de volume (Loi de Boyle et Mariotte) avec la profondeur. L'épaisseur de l'habillement va s'en voir réduite, diminuant par conséquent le volume du plongeur sans en modifier le poids. La poussée d'Archimède sera donc moins forte et le plongeur coulera plus facilement. Il peut s'en suivre une difficulté accrue de progression sous eau.



L'UTILISATION DU GILET COMME MOYEN D'ÉQUILIBRAGE :

On pourra compenser cette perte de volume de la combinaison par l'augmentation du volume du gilet en y insufflant de l'air. Si cette pratique est correctement réalisée, la poussée d'Archimède sera maintenue identique à toute profondeur.

6.2 LA PRESSION



La pression résulte d'une force exercée sur une surface. L'unité de mesure de la pression est le Pascal (Pa).

Un Pascal est la pression exercée par une force de 1 Newton sur une surface de 1 m². L'utilisation de Pascal n'est pas très commode et on lui préfère souvent d'autres unités.

Lorsque l'on parlera de pressions relativement élevées, on utilisera le bar qui peut être aisément relié au Pascal pour la relation suivante:

$$1 \text{ bar} = 100.000 \text{ Pa}$$

La pression atmosphérique est exprimée en plusieurs unités comme par exemple le kg'/cm² ou kgf/cm² (kilogramme force par centimètre carré), le mm de mercure (Hg), l'atmosphère (atm), le millibar et plus récemment et règlementairement l'hectopascal (hPa). La relation entre ces unités est reprise ci-dessous:

$$1 \text{ kg}'/\text{cm}^2 = 1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1000 \text{ mbar} = 1000 \text{ hPa}$$

De manière à être complet, nous nous devons de signaler l'unité utilisée par les anglo-saxons, le p.s.i. (Pound per square inch). Cette unité peut être reliée au bar comme suit:

$$1 \text{ p.s.i.} = 0,07 \text{ bar}$$

En plongée, nous utiliserons pratiquement toujours le bar, par exemple pour la pression de l'air de la bouteille (200 bar).

Nous avons 3 pressions différentes :

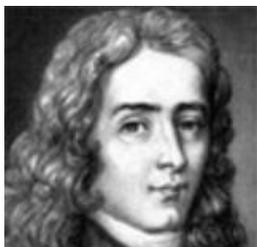
- La pression atmosphérique (considéré comme 1 bar au niveau de la mer).
- La pression hydrostatique ou relative (elle concerne la pression de l'eau et monte tous les 10 m. d'un bar)
- La pression Absolue qui comprend la somme de la Patm et la Phyr.

Donc : Pabs = Patm. + Phyr. Ce qui veut dire que nous avons à 20 m. de profondeur une pression de
1 + 2 = 3 bars (1 bar de Pression atmosphérique + 2 bars de pression hydrostatique ou relative)

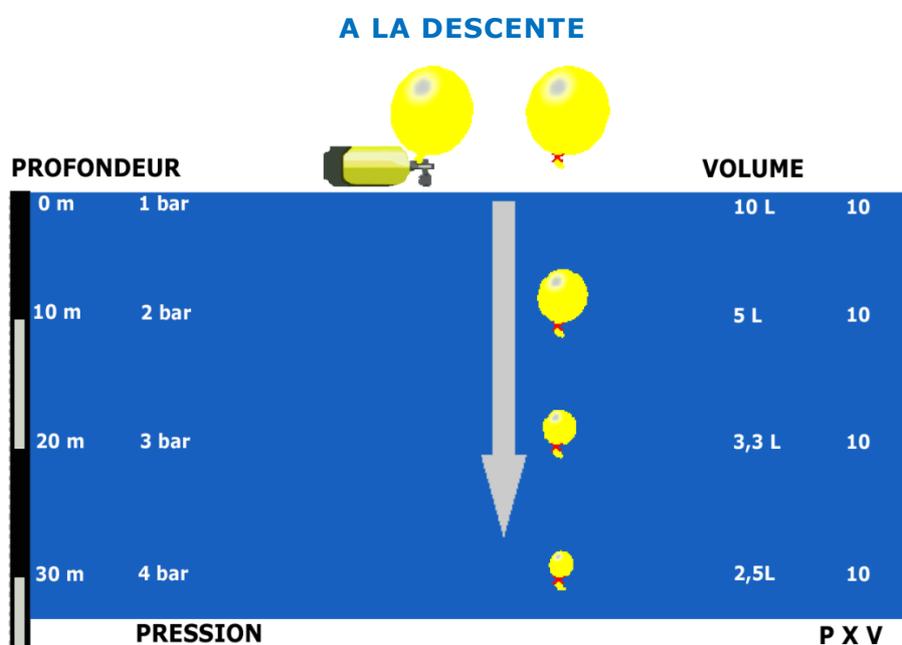
La pression utilisée en plongée est la pression absolue

6.3. LA COMPRESSIBILITE DES GAZ

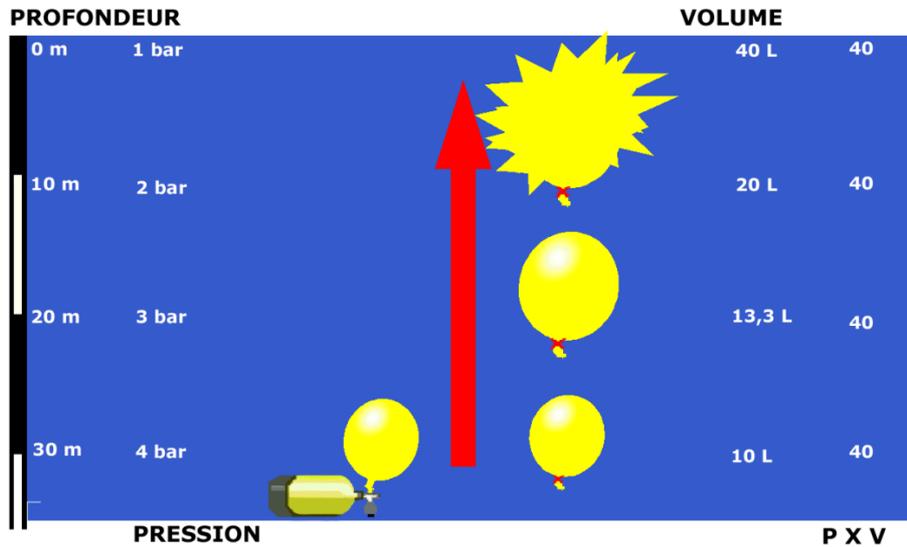
LOI DE BOYLE & MARIOTTE



A température constant le volume d'une masse gazeux est inversement proportionnel à sa pression



A LA REMONTEE



En d'autres termes, plus la pression augmente (en profondeur), plus le volume diminue. Inversement, à la remontée, la diminution de la pression aura pour effet l'augmentation du volume du gaz.

Donc : La Pression x par le Volume = Constante $P \times V = C$

Un gilet de plongée que je gonfle avec 2 litre d'air à 40 m. contiendra dix litres d'air en surface.

A 40 m. nous avons 5 bars de pression et je mets 2 litres dans mon gilet $5 \times 2 = 10$.

En surface il y a plus que 1 bar de pression $1 \times ? = 10$ donc $10 : 1 = 10$ litres.

Un plongeur qui consomme 20 L/Mn en surface consommera à 30 m. de profondeur 4x plus

- 20 litre par minute en surface = $P \times V = C = 1 \times 20 = 20$
- A 30 m. la pression est égale à 4 bars. = $4 \times ? = 20$ donc $20 : 4 = 5$ litres
- Mon plongeur à besoin de 20 litres par minute donc 4 x plus.

APPLICATIONS À LA PLONGÉE

LES REMONTÉES :

Lors de la remontée l'air se « dilate », il est indispensable d'évacuer cette air en purgeant son gilet pour ne remonter trop vite et en expirant pour ne pas risquer une surpression pulmonaire (voir chapitre 1.4.2.2.7)

LA CONSOMATION :

Le plongeur consomme plus lorsqu'il plonge profond, deux fois plus qu'en surface à 10m. et 4 fois plus à 30 m. Son autonomie est donc beaucoup moins important à 30 m. qu'à 10m.

7. LES PROBLEMES MEDICAUX LIES A LA PLONGEE

7.1 ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE DU CORPS HUMAIN

LA PLONGÉE N'EST PAS UN SPORT DANGEREUX. TOUTEFOIS INCIDENTS ET ACCIDENTS PEUVENT SURVENIR. AFIN DE COMPRENDRE LE MÉCANISME DES ACCIDENTS ET DE POUVOIR LES PRÉVENIR, IL EST INDISPENSABLE DE CONNAÎTRE LES ÉLÉMENTS DE L'ANATOMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE DU CORPS HUMAIN AINSI QUE D'AVOIR DES CONNAISSANCES DE BASE DES PATHOLOGIES SPÉCIFIQUES DE LA PLONGÉE SOUS-MARINE.

7.1.1 LA RESPIRATION

L'air que nous respirons contient approximativement

21 % d'oxygène (O_2) : gaz indispensable à notre vie, responsable de l'oxygénation du sang et des tissus, il permet le métabolisme normal des cellules.

78% d'azote (N_2), gaz inerte, diluant, mais qui va également se dissoudre dans l'organisme sans y être utilisé.

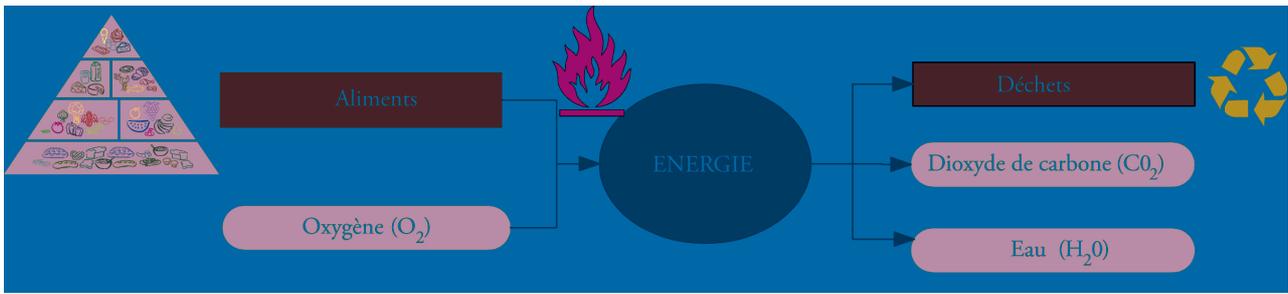
Le 1 % restant est représenté par le gaz carbonique (CO_2), résultant entre autre du métabolisme cellulaire et de la combustion du carbone, ainsi que la vapeur d'eau et les gaz rares.

Le but de la respiration est de faire entrer de l'air dans les voies respiratoires et dans les poumons de manière à oxygéner le sang (hématose) et à éliminer, lors de l'expiration, le gaz carbonique (CO_2) produit par le métabolisme cellulaire.

Les échanges air/sang se passent au niveau de la paroi de l'alvéole pulmonaire.

Le sang "absorbe" l'oxygène (O_2) ainsi que l'azote et va les transporter dans tout l'organisme. Il "libère" le CO_2 et l'azote qui s'évacuent par les poumons lors de l'expiration.

7.1.2 LE MÉTABOLISME



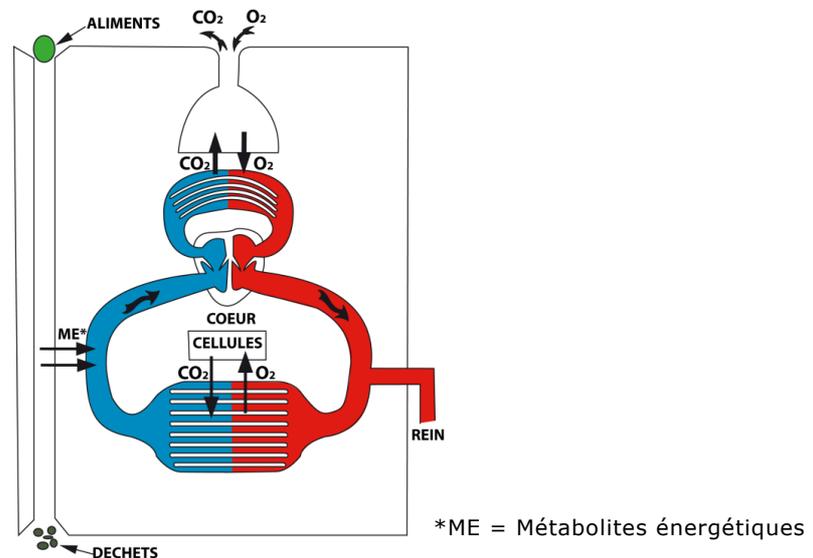
Muscles et organes ont besoin d'énergie pour fonctionner. Cette énergie provient de la combustion des aliments (surtout les sucres) en présence d'oxygène.

Les combustibles (sucres, graisses, et protéines) arrivent dans le sang via le système digestif et sont distribués dans le corps. L'oxygène est véhiculé par la même circulation sanguine aux muscles et organes.

Par ailleurs, notre corps fonctionne à une température optimale de 36°C. L'énergie nécessaire pour la maintenir provient également du métabolisme.

Les déchets, CO₂ et eau produits, doivent être éliminés. Le CO₂ transporté par la circulation sanguine est éliminé par les poumons. Lors d'efforts nous consommons plus d'oxygène et nous produisons plus de CO₂.

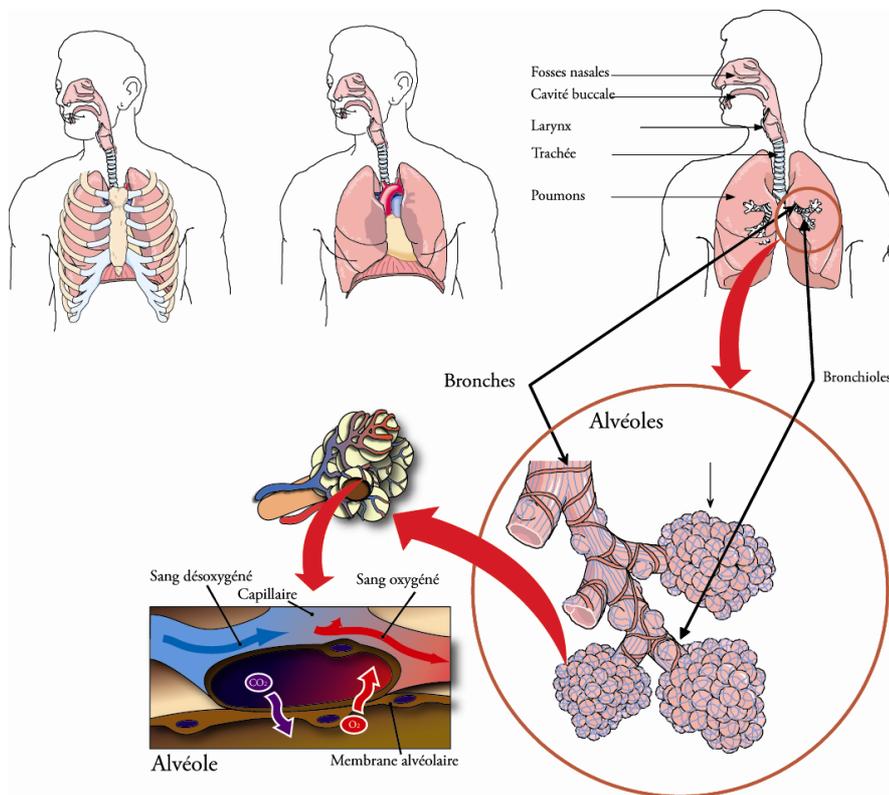
L'eau produite est éliminée par les urines, les gaz expirés et la transpiration.



7.1.3 VOIES RESPIRATOIRES SUPERIEURES

Il s'agit d'un espace mort, espace où il n'y a pas d'échange gazeux et qui ne participe donc pas à l'oxygénation du sang :

- Bouche et fosses nasales.
- Larynx.
- Trachée.
- Bronches et leurs divisions, bronchioles, ...



Nous respirons par le nez ou par la bouche. La respiration par le nez a l'avantage de filtrer les poussières de l'air par les poils nasaux. De plus, l'air est réchauffé et humidifié dans les fosses nasales.

La respiration par la bouche est plus aisée (moins de frottements) et en cas d'essoufflement nous respirons automatiquement par la bouche.

Avec un détendeur nous respirons par la bouche... L'air comprimé est bien filtré, par contre, il est déshydraté. Nous respirons donc de l'air très sec.

Les aliments et l'air passent par la cavité buccale et le pharynx (gorge).

En aval, le **larynx** contient l'organe de la parole, **la glotte (cordes vocales)** et est séparé des voies digestives (œsophage), lors de la déglutition, par **l'épiglotte**.

Il faut également citer les **sinus** (frontaux, maxillaires, ethmoïdaux) en communication avec les fosses nasales, et les **trompes d'Eustache**, également en communication avec les fosses nasales et qui permettent d'équilibrer l'oreille moyenne.

En plongée, ces espaces morts s'ajoutent au volume du tuba ou du détendeur.

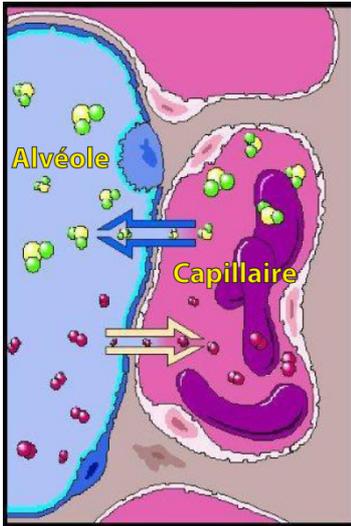
Dans le cas d'une respiration superficielle, le risque existe de ne renouveler que l'air contenu dans ces espaces et donc d'avoir une respiration inefficace.

7.1.4 POUMONS

Les divisions ultimes des bronchioles aboutissent aux **alvéoles pulmonaires**, sorte de petits sacs où tous les échanges se passent.

Les alvéoles pulmonaires occuperaient une surface de 100 m² si elles étaient étalées. On estime qu'il y en a 300 millions par poumon.

La paroi des alvéoles est extrêmement mince et est entourée de capillaires sanguins. Les échanges gazeux entre le sang et les voies respiratoires se font au travers de la membrane alvéolo-capillaire. L'oxygène est absorbé dans le sang et le gaz carbonique (CO₂) éliminé par l'air expiré.



Les alvéoles sont tapissées d'une substance qui les maintient ouvertes, le **surfactant** (substance tensio-active).

Les poumons sont enveloppés d'un feuillet, la **plèvre** viscérale. L'intérieur du thorax est recouvert par un même feuillet, la plèvre pariétale.

Entre les deux plèvres existe un espace virtuel où la pression est inférieure à la pression atmosphérique. Cette dépression relative maintient les poumons solidaires de la paroi thoracique de sorte qu'ils vont suivre les mouvements de celle-ci.

7.1.5 MOUVEMENTS RESPIRATOIRES

7.1.5.1 INSPIRATION

Il s'agit d'un mouvement actif mettant en jeu les muscles respiratoires dont le plus important est le diaphragme. La puissance des muscles respiratoires est insuffisante pour assurer l'inspiration au-delà de 0,3 à 0,4 mètres. Il est donc indispensable de respirer de l'air à la pression ambiante.

7.1.5.2 EXPIRATION

Il s'agit d'un mouvement passif, dû au relâchement des muscles respiratoires.

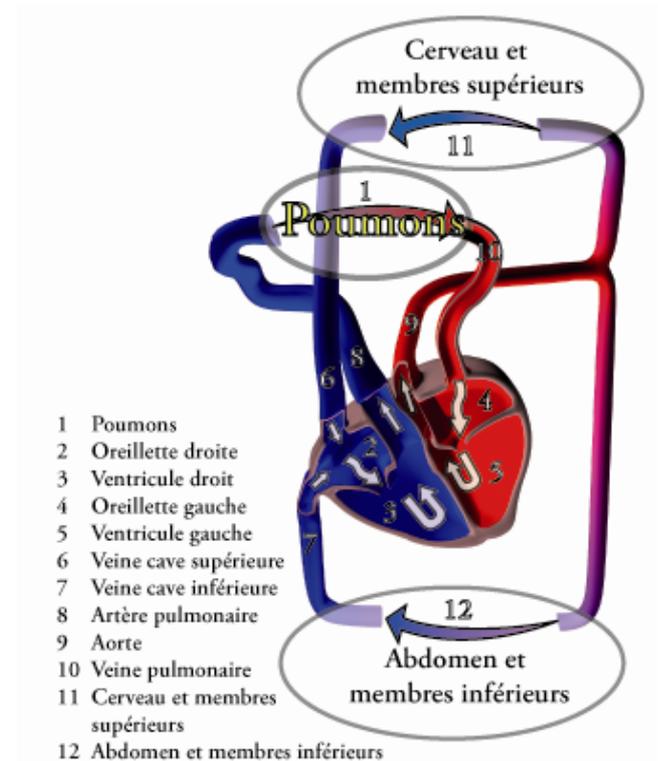
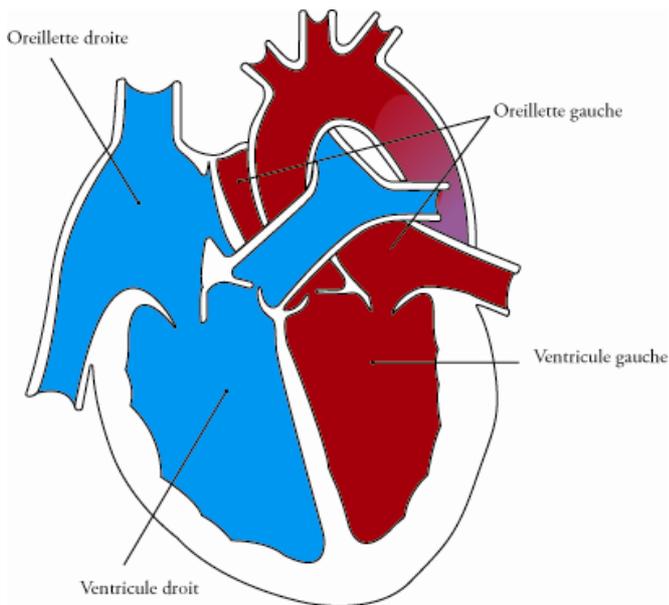
La fréquence respiratoire est automatique et réglée par le centre respiratoire situé au niveau du bulbe rachidien. Le CO₂ est le facteur chimique essentiel qui commande notre centre respiratoire.

7.1.6 CIRCULATION

L'appareil circulatoire est un système fermé constitué du cœur qui fait office de pompe et des vaisseaux, artères, veines et capillaires (les tuyaux).

Le sang contenu dans ces organes, et qui circule grâce à l'action de la pompe cardiaque, véhicule les substances indispensables pour assurer le métabolisme (substances nutritives, oxygène, etc....) mais aussi les substances à éliminer, résidus du métabolisme, CO₂, urée ainsi que les toxines, via les poumons, le foie, les reins, etc...

Le cœur est constitué par un muscle strié, le plus performant de l'organisme, le myocarde. On le divise en cœur droit et cœur gauche, ainsi qu'en quatre cavités: oreillettes droite et gauche et ventricules droit et gauche.



Le sang revient au cœur par les veines caves (supérieure et inférieure), est collecté au niveau de l'oreillette droite et passe dans le ventricule droit. Le ventricule droit propulse le sang dans la circulation pulmonaire encore appelée **petite circulation** par les artères pulmonaires. Le sang revient des poumons par les veines pulmonaires vers l'oreillette gauche, passe dans le ventricule gauche d'où il est éjecté sous pression dans tout l'organisme via l'aorte et la **grande circulation**. Au niveau des organes, les artères se divisent progressivement pour finir par former le réseau capillaire qui constitue la zone des échanges. Le sang est ensuite repris par les capillaires veineux et collecté par des veines de plus en plus grosses vers les veines caves.

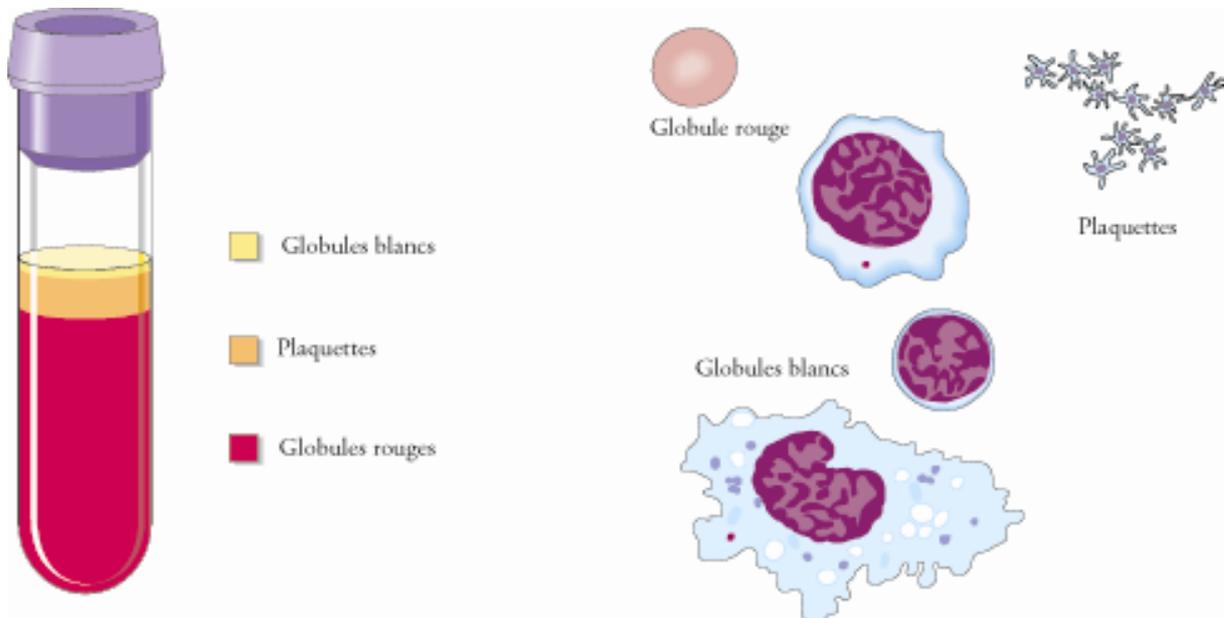
COMPOSITION DU SANG

Plasma contenant les gaz dissous (O_2 , CO_2 , N_2 ...) et les substances nutritives (sucres, graisses, protéines), les résidus du métabolisme et les toxines à éliminer.

Globules rouges : ils contiennent l'hémoglobine qui fixe l'oxygène et le transporte (ainsi que le gaz carbonique).

Globules blancs : ils assurent notamment la défense contre des corps étrangers tels que les bactéries et les virus.

Plaquettes : elles assurent la coagulation du sang.



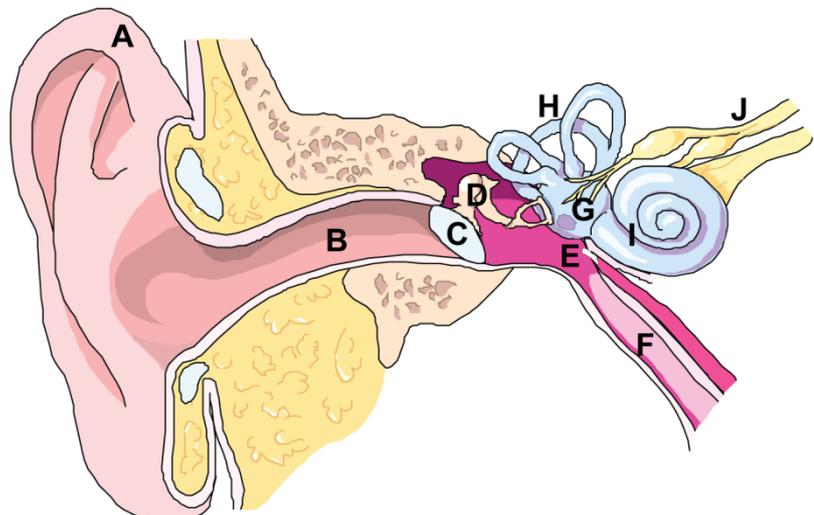
7.1.7 DESCRIPTION DE L'OREILLE ET FONCTIONNEMENT

L'oreille comprend l'organe de l'audition (appareil cochléaire) et l'organe de l'équilibre (appareil vestibulaire).

L'oreille se divise en trois parties:

- ✓ L'oreille externe.
- ✓ L'oreille moyenne.
- ✓ L'oreille interne.

- A = Pavillon
- B = Conduit auditif
- C = Tympan
- D = Osselets
- E = Fenêtre ovale
- F = Fenêtre ronde
- G = Trompe d'Eustache
- H = Vestibule
- I = Canaux semi-circulaires
- J = Cochlée
- K = Nerf auditif



L'oreille externe se compose du pavillon, du conduit auditif externe et de la face externe du tympan.

L'oreille moyenne se compose de la face interne du tympan et de la caisse du tympan qui comprend la chaîne des osselets (marteau, enclume et étrier) et la trompe d'Eustache. Elle communique avec l'oreille interne par la fenêtre ovale, sur laquelle s'articule la platine de l'étrier, et par la fenêtre ronde.

La caisse du tympan, cavité aérique, est en communication avec les fosses nasales par la trompe d'Eustache, donc en communication avec la pression ambiante.

L'oreille interne comprend

- La cochlée : organe de l'audition.
- Le vestibule, formé des canaux semi-circulaires : organe de l'équilibre.

L'oreille externe capte les ondes sonores qui font vibrer le tympan. Ces vibrations feront à leur tour vibrer la chaîne des osselets, elle-même reliée à l'oreille interne. Là les vibrations seront transformées en impulsions nerveuses que notre cerveau décodera en sons.

7.2 LES ACCIDENTS DE PLONGÉE



© S. Godin

7.2.1 LES ACCIDENTS TOXIQUES

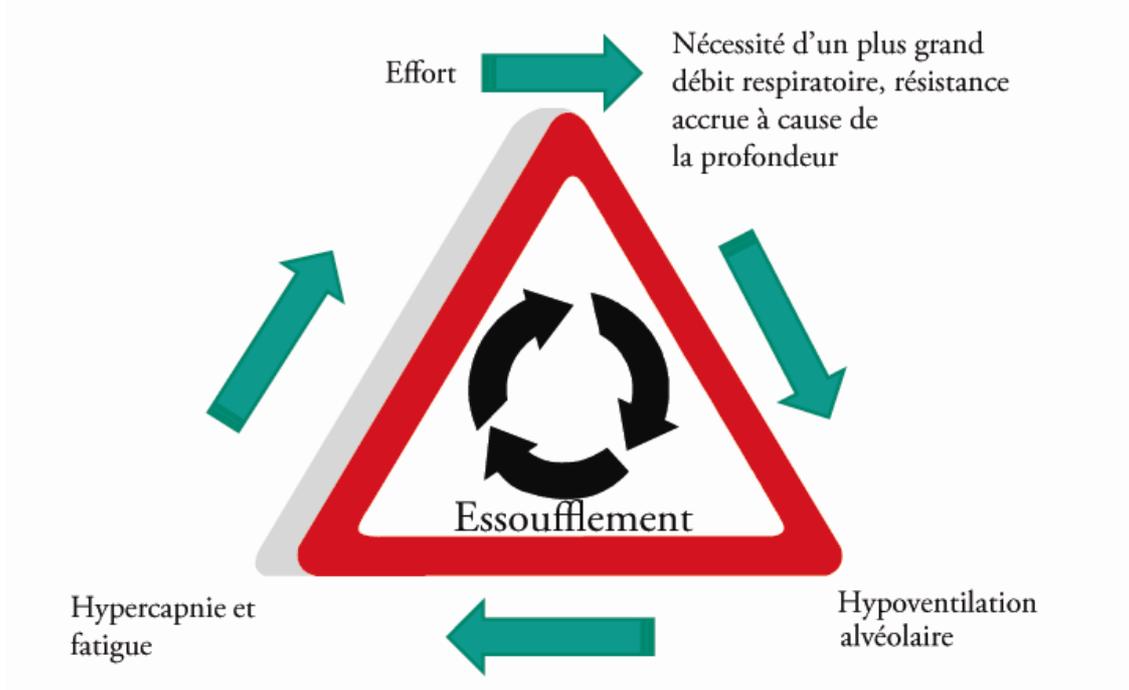
7.2.1.1 L'ESOUFFLEMENT

En plongée notre système respiratoire est mis à rude épreuve. Les mouvements respiratoires demandent plus d'efforts qu'à l'air libre.

Lors d'une plongée ordinaire cela ne pose pas de problèmes mais lors d'un effort intense et/ou en eau froide, le travail respiratoire peut mener à l'essoufflement avec difficultés pour évacuer le CO₂ produit.

L'essoufflement est une intoxication au CO₂.

Stress et anxiété aggravent la situation. Le plongeur respire plus vite, halète. La respiration devient de plus en plus superficielle et inefficace. Un cercle vicieux s'installe : mauvaise ventilation des alvéoles, élimination insuffisante du CO₂, entrée insuffisante d'O₂ dans les alvéoles.



Pour rappel, le gaz carbonique (CO₂) est présent en très faible quantité dans l'air que nous respirons. Il est présent dans l'organisme et est un déchet métabolique résultant de l'activité cellulaire, il est transporté par le sang et est éliminé par les poumons lors de l'expiration. Une élévation anormale de CO₂ dans le sang sera responsable d'un l'essoufflement. Le CO₂ est le facteur chimique essentiel qui commande notre centre respiratoire.

L'origine de l'essoufflement peut être liée à plusieurs facteurs:

- Un effort ou une activité musculaire intense (mauvaise technique de palmage, palmage contre le courant, sur lestage,...).
- Stress, émotion, peur, panique.
- Froid.
- Problèmes de détenteur.
- Respiration d'air enrichi en CO₂ (mauvais remplissage de la bouteille).

Le premier signe de l'essoufflement est l'accélération du rythme respiratoire, le halètement puis la respiration devient superficielle. Angoisse, maux de tête, parfois nausées et agitation, voire perte de connaissance peuvent compléter le tableau.

« Le détenteur ne donne pas assez d'air »

Cet incident peut rapidement se transformer en un accident grave.

L'essoufflement est dans la majeure partie des cas l'origine d'autres accidents parfois tragiques. Sa prévention est donc primordiale.

PRÉVENTION :

- Bonne technique de palmage, lestage correct.
- Pas d'effort inconsidéré.
- Respiration correcte et ample, bonne expiration (pas d'économie d'air).

Dès les premiers signes :

Stopper tout effort.

Trouver un appui.

Contrôler la respiration.

Signaler l'incident à son binôme.

Remonter lentement.

Vérifier l'ouverture de la bouteille, tirer la réserve.

Calmer, rassurer.

7.2.1.2 LA NARCOSE A L'AZOTE

La narcose à l'azote ou « ivresse des profondeurs » est l'intoxication à l' N_2 .

Elle se manifeste par des troubles comparables à ceux d'un abus d'alcool mais à des profondeurs Inaccessibles dans le cadre de vos prérogatives. En effet les troubles sont perceptibles à partir de 30 - 40 m de profondeur.



© G. Jones

7.2.2 LES ACCIDENTS MECANIQUES

7.2.2.1 MÉCANISME

Les cavités gazeuses de notre organisme comme les poumons, voies respiratoires, sinus, estomac et intestins, sont en relation avec l'air que nous respirons par des communications plus ou moins libres. Ces cavités vont donc normalement à tout moment, être en équilibre avec l'air respiré tant à la descente qu'à la remontée, et ce pour autant que les communications ne soient pas obstruées par un processus pathologique.

Un barotraumatisme est un déséquilibre de pression qui provoque une douleur ou même des lésions des organes concernés. Lors de la descente la pression externe est la plus importante, alors que lors de la remontée c'est la pression interne qui est la plus élevée.

7.2.2.2 LES BAROTRAUMATISMES DE L'OREILLE

BAROTRAUMATISME DE L'OREILLE MOYENNE

En plongée, à la descente, le tympan sera soumis à une pression externe dépassant la pression régnant dans l'oreille moyenne. Le tympan va alors se déformer. Le déséquilibre peut aller jusqu'à la rupture du tympan. La déformation et/ou la rupture du tympan sont douloureuses.

Normalement à la remontée l'équilibre se réalise sans l'intervention du plongeur. Toutefois un déséquilibre de pression entre les 2 oreilles moyennes peut survenir lorsqu'une oreille s'équilibre plus rapidement que l'autre. Ceci peut entraîner un étourdissement passager, c'est le vertige alternobarique.

PRÉVENTION

Au cours de la descente il est indispensable de faire entrer de l'air respiré dans la caisse du tympan via la trompe d'Eustache.

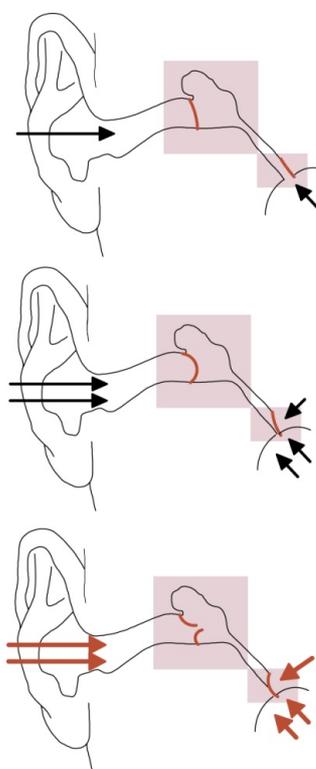
IL EST NÉCESSAIRE DE COMPENSER, D'ÉQUILIBRER LA PRESSION EXERCÉE PAR L'EAU SUR LE TYMPAN! (Manœuvre de Valsalva douce, mouvement de déglutition ou béance tubaire volontaire).

- ✓ Ne pas attendre la douleur pour compenser! Si la compensation n'est pas réalisable, remonter et éventuellement interrompre la plongée.
- ✓ Ne pas plonger lorsqu'on est enrhumé ou en cas, d'infections des voies respiratoires supérieures (risque d'obstruction de la trompe d'Eustache) ou une infection de l'oreille (otite).

BAROTRAUMATISME DE L'OREILLE INTERNE

Il s'agit d'un accident grave qui résulte de déséquilibres brutaux, intenses, en coup de butoir, éventuellement secondaires à des manœuvres de compensation brutales et intempestives. Ce type de barotraumatisme entraîne soit une surdité soit moins fréquemment des vertiges, immédiatement à la sortie de l'eau.

PRÉVENTION

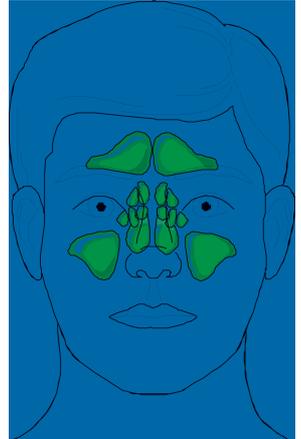


Equilibrer, compenser la pression de l'eau de manière douce, efficace et sans attendre la douleur.

7.2.2.3 LE BAROTRAUMATISME DES SINUS

Les sinus sont des cavités aériques dans les os de la face en contact avec le milieu ambiant et l'air respiré par de petits canaux débouchant dans les fosses nasales. Ces canaux peuvent être fins et tortueux.

Les sinus s'équilibreront en général sans l'intervention du plongeur tant à la descente qu'à la remontée. S'ils ne s'équilibrent pas à cause d'une infection ou d'un bouchon muqueux, le plongeur ressentira une vive douleur. Dès l'apparition de cette douleur, il faut interrompre la plongée. Si elle apparaît en remontant, il y a lieu de remonter très lentement de manière à laisser l'équilibre des sinus se faire spontanément.



PAS DE VALSALVA A LA REMONTEE

PRÉVENTION

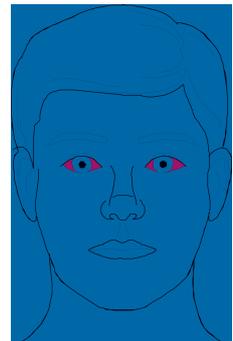
Ne pas plonger lorsqu'on est enrhumé ou en cas d'infection des voies respiratoires supérieures ou des sinus (sinusite).

Stopper la plongée dès l'apparition d'une douleur au niveau des sinus.

7.2.2.4 LE PLACAGE DU MASQUE

Le masque n'est bien sûr pas une cavité naturelle de l'organisme, mais il s'agit toutefois d'un espace aérique qui va subir les lois de la pression.

Lors de la descente, le masque va s'écraser sur le visage et provoquer un effet ventouse désagréable qui peut aller jusqu'à créer des lésions oculaires (hémorragies et hématomes conjonctivaux, etc.)



PRÉVENTION

Le nez se trouve dans le masque, et pour équilibrer il suffit d'expirer dans le masque par le nez.

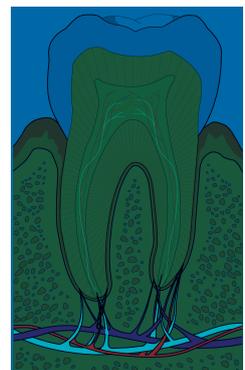
De la même manière, avec des costumes trop serrant ou étanches des effets de ventouse peuvent provoquer des pincettes et autres hématomes sur la peau.

7.2.2.5 LE BAROTRAUMATISME DENTAIRE

Normalement, les dents saines ne comprennent pas de cavité **aérienne**.

Il peut arriver que des cavités apparaissent dans les dents suite à des caries, des obturations non homogènes ou incomplètes.

Il est bien sûr impossible d'équilibrer une dent.



PRÉVENTION

- ✓ Avoir une bonne hygiène dentaire.
- ✓ Il est recommandé d'attendre 24 heures avant de plonger après un traitement dentaire sous anesthésie et d'attendre 7 jours après une chirurgie dentaire.

D'autre part une prothèse dentaire peut devenir douloureuse à force de tenir l'embout du détendeur. Une solution est à trouver individuellement.

PS: Un barotraumatisme des sinus peut provoquer une douleur au niveau des racines dentaires voisines du sinus concerné.

7.2.2.6 LA COLIQUE DU SCAPHANDRIER

En principe, les cavités digestives, qui contiennent de l'air, vont tout simplement s'écraser à la descente et reprendre leur volume habituel à la remontée.

Par contre si du gaz gastrique ou intestinal est produit (par fermentation) ou si de l'air est avalé en cours de plongée (détendeur défectueux), des douleurs abdominales peuvent apparaître à la remontée. Elles sont dues à la distension des viscères par les gaz qui s'y dilatent, s'ils ne sont pas évacués par les voies naturelles (orale ou anale).

PRÉVENTION

- ✓ Éviter les repas riches en féculents (choux, oignons, fayots) et les boissons gazeuses avant la plongée.

7.2.2.7 SURPRESSION PULMONAIRE (S.P.)

Il s'agit de l'accident le plus grave de la plongée sous-marine!

MÉCANISME DE LA SURPRESSION PULMONAIRE (SP)

Lorsque l'on plonge en apnée, l'air inspiré en surface va se comprimer lors de la descente et se détendre lors de la remontée de sorte que le volume pulmonaire sera le même à l'émersion qu'en début de plongée.

Il n'en va pas de même lors de la plongée en scaphandre. Le détendeur délivre l'air à la pression ambiante de la profondeur à laquelle l'on se trouve. Lors de la remontée, la pression diminue, l'air va augmenter de volume et prendre de plus en plus de place.

Si les voies respiratoires sont libres et la glotte ouverte, l'air s'échappera sans problème.

Si pour une raison quelconque, l'air ne peut s'échapper, il augmentera de volume, va distendre les alvéoles et finir par provoquer une surpression pulmonaire (par rupture des alvéoles). Cette rupture se produira pendant la remontée ou au moment de la sortie de l'eau.

LES CONSÉQUENCES

La distension et rupture des alvéoles pulmonaires peuvent être graves. La surpression pulmonaire est responsable de divers tableaux pathologiques qui vont de difficultés respiratoires, douleurs thoraciques avec crachats sanglants au décès à l'émersion ou dans les minutes qui suivent. La présence d'air dans la circulation peut provoquer une embolie cérébrale avec perte de connaissance, convulsions éventuelles et troubles neurologiques divers.

CAUSES

- ✓ Remontée rapide sans expirer.
- ✓ Blocage de l'expiration pendant la remontée suite à un effort intense, un stress ou une panique.
- ✓ Spasme réflexe de la glotte lors d'irruption d'eau dans la gorge.

- ✓ "Air-trapping" (piégeage d'air), secondaire à une malformation des bronches, une bronchite ou des séquelles de maladies pulmonaires.

PRÉVENTION

- ✓ Etre en ordre de visite médicale et ne pas plonger lors d'une maladie pulmonaire, lorsqu'on est enrhumé, etc. (asthme = contre-indication à la plongée).
- ✓ Perdre l'habitude de faire des apnées par soucis d'économie lorsque l'on plonge en scaphandre.
- ✓ Expirer en remontant.
- ✓ Expirer et regarder vers le haut lors de la remontée en cas de panne d'air. Regarder vers le haut dégage les voies aériennes supérieures.



ATTENTION : La limite de résistance des alvéoles pulmonaires est faible.

Une surpression pourrait survenir à l'entraînement en piscine lors d'une remontée de 2 à 3 mètres !

En piscine aussi il est nécessaire et indispensable d'expirer en remontant.

7.2.3 L'ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION

Les accidents de décompression (A.D.D.) dépendent de l'ensemble des lois physiques qui régissent la plongée.

Lorsque nous respirons en surface, au niveau zéro (niveau de la mer), notre organisme est en équilibre, les gaz dissous dans le sang et dans les tissus sont à la même pression que dans l'air ambiant.

Au cours de l'immersion avec scaphandre nous respirons de l'air contenant de l'azote (gaz inerte, non métabolisé) qui va se dissoudre dans l'organisme.

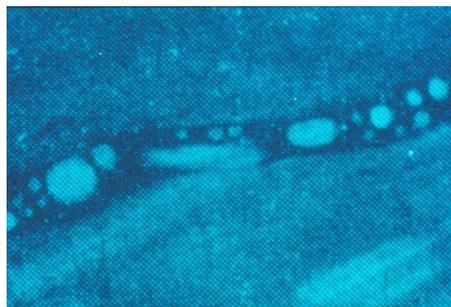


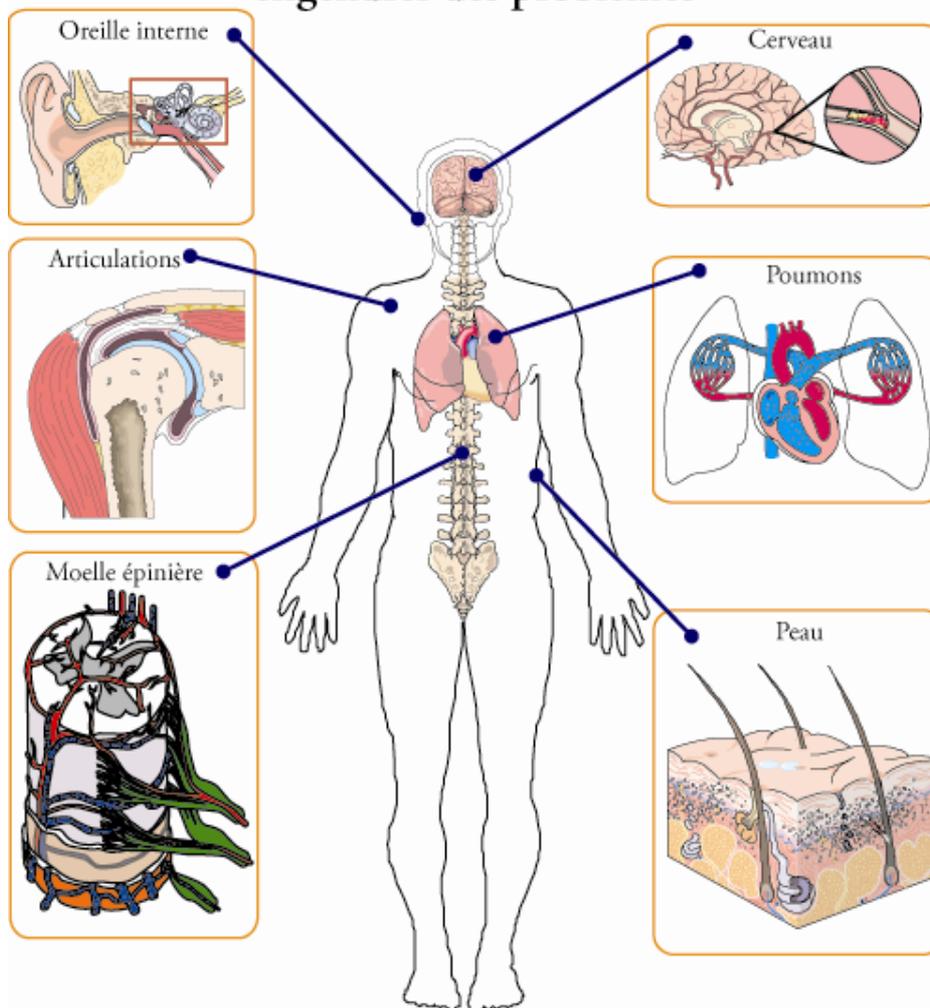
Photo de microbulles dans un capillaire de rat © DAN

La quantité d'azote dissoute est proportionnelle à la profondeur atteinte et au temps passé en plongée.

Lors de la remontée cet azote dissous doit s'éliminer de l'organisme. Il peut le faire de manière progressive, lors du respect des règles de remontée, ou de manière explosive (bouteille de soda) créant dans les tissus et dans le sang circulant, des bulles d'azote responsables des accidents de décompression.

Les différents tissus dégazent via la circulation sanguine. Lorsque la capacité d'élimination de l'azote par les poumons est dépassée, l'excès d'azote s'accumule dans les vaisseaux et les tissus. Les bulles d'azote bloquent les capillaires et/ou se développent dans les tissus.

Où les bulles d'azote peuvent-elles engendrer des problèmes



Il est intéressant de les classer par gravité:

7.2.3.1 INCIDENTS BÉNINS

Malaise généralisé: fatigue intense, anormale, sans rapport avec le travail fourni.

7.2.3.2 ACCIDENTS GRAVES

Accidents cutanés :

Puces : plaques rouges, démangeaisons, sensation de brûlures.

Moutons : boursoufflures de la peau.

Accidents ostéo-articulaires (Bends en anglais):douleurs articulaires.

Accidents vestibulaires : vertiges intenses, nausées et vomissements.

Accidents cochléaires : surdité, diminution de l'audition.

Accidents cérébraux: se manifestent par des tableaux variés comme faiblesse ou paralysie d'un ou une partie de membre, des troubles de la sensibilité, de la vue, de la parole, de l'état de conscience, convulsions, coma ...

Accidents de la moelle épinière: les plus typiques, douleur dorsale en coup de poignard suivi de picotements, de faiblesse puis éventuellement de paralysie des membres inférieurs (paraplégie), ...

A.D.D. pulmonaire (Chokes en anglais) par encombrement des capillaires pulmonaires par des bulles. Se manifeste par des douleurs thoraciques, difficultés respiratoires, toux, absence de crachats sanglants.

7.2.3.3 DÉLAIS D'APPARITION

La moitié des cas se manifestent endéans les trente minutes qui suivent la sortie de l'eau. 99% apparaissent dans la première heure, les quelques autres cas se déclarent endéans les 12 à 24 heures. Il n'y a pas de relation entre le délai d'apparition et la gravité du tableau clinique.

7.2.3.4 FACTEURS FAVORISANTS

Liés à la santé du plongeur : âge, obésité, fatigue physique ou mentale, altération de l'état général, surmenage, prise de repas gras avant la plongée, alcool, tabagisme, fractures récentes, certaines altérations pulmonaires (Shunts) pulmonaires ou cardiaques.

Liés aux conditions de plongée : plongée libre avant ou après une plongée avec bouteille, travail musculaire important avant, pendant et après la plongée, essoufflement, stress, froid, plongée yo-yo, apnée au palier, déshydratation, intervalle entre plongée trop restreint, vol en avion après la plongée.

7.2.3.5 PRÉVENTION

Respect strict de la vitesse de remontée.

Respect strict des procédures de décompression (paliers et autres procédures).

Eviter la plongée multi niveau (yo-yo).

Effectuer un palier de sécurité si l'état et la température de l'eau le permettent.

Pas de plongée libre moins de trois heures avant ou après une plongée à l'air comprimé.

Eviter les efforts intenses inutiles.

Bonne hydratation avant et après la plongée.



© J-P. Legrand

7.2.3.6 TRAITEMENT

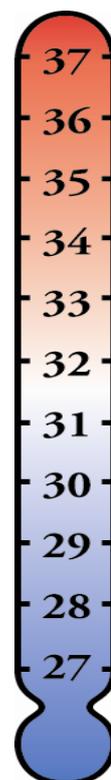
En cas de symptômes il faut administrer de l'oxygène le plus rapidement possible, hydrater (1l d'eau en une heure si le plongeur est capable de boire de manière autonome), appeler les secours et faire évacuer vers un centre hyperbare.



© E. Van Lierde



Caisson Hôpital Militaire Reine Astrid Neder-over-Heembeek
© R. Houman



7.2.4 HYPOTHERMIE

7.2.4.1 MÉCANISME

L'environnement de plongée met à rude épreuve notre système thermorégulateur. L'eau conduit 23 fois mieux la chaleur que l'air. Par conséquent, on se refroidit beaucoup plus rapidement dans l'eau. Lorsque la température centrale descend sous les 37°C, le corps réagit par un accroissement de la production de chaleur (frissons ...), ceci augmente le métabolisme et le plongeur consommera plus d'éléments nutritifs et d'oxygène (de l'air dans la bouteille de plongée !).

On parle d'hypothermie lorsque la température centrale est inférieure à 35°C.

L'hypothermie diminue progressivement le métabolisme. Engourdissement, difficultés de concentration allant jusqu'à la syncope, diminution des rythmes cardiaque et respiratoire surviennent lorsque la température centrale chute encore (sous 30°C).

7.2.4.2 PRÉVENTION

Éviter les situations d'hypothermie :

S'habiller en fonction des conditions de plongée.

Adapter le temps de plongée aux conditions.

Prévenir son binôme dès l'apparition des premiers signes de froid car il est généralement impossible de sortir immédiatement de l'eau !



© E. Van Dijck - Vodelée 1963

7.2.5 LA NOYADE

La noyade est la mort dans l'eau par asphyxie (suffocation) due à la submersion des voies aériennes. On utilise plutôt le terme de 'pré-noyade' pour les noyés que l'on a réussi à réanimer.

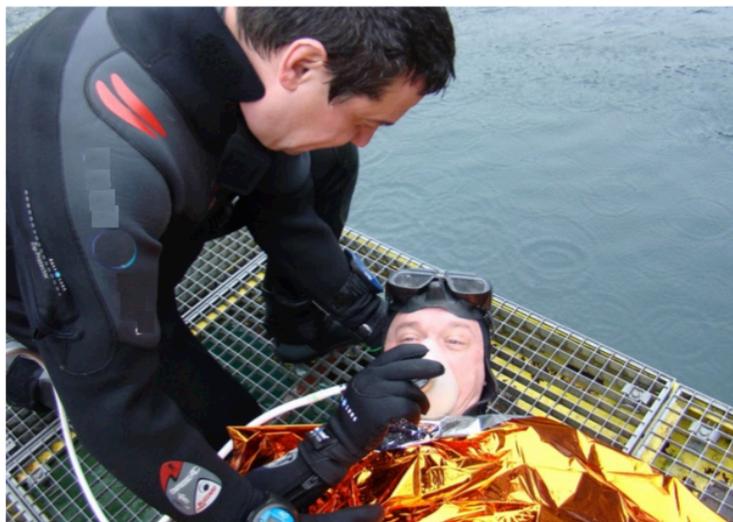
La présence d'eau (une faible quantité suffit) dans les voies respiratoires compromet le transfert de l'oxygène vers les tissus. C'est l'hypoxie.

La noyade est la cause ultime de décès dans la majorité des accidents de plongée mortels. La syncope par hypoxie, l'épuisement, le froid ou une cause médicale fortuite (comme un arrêt cardiaque) sont les causes primaires du décès. Une défaillance du matériel de plongée peut également être à l'origine d'une noyade.

Toux et respiration haletante sont les premiers signes possibles de la noyade. Ce tableau peut évoluer vers des convulsions, perte de connaissance puis arrêts respiratoire et cardiaque.

8. INTRODUCTION AU SECOURISME

COMME TOUT CITOYEN, LE PLONGEUR DOIT CONNAÎTRE LES GESTES QUI SAUVENT, ET DOIT POUVOIR ENTREPRENDRE UNE PREMIÈRE ASSISTANCE À UNE VICTIME, EN ATTENDANT L'ARRIVÉE DES SECOURS.



© Ch. De Greef

Dans l'eau, un simple incident peut, très rapidement se transformer en un accident grave, si bien que la présence de personnes formées à intervenir, va réduire considérablement les risques de séquelles. L'administration des premiers secours sur le terrain est essentielle.

Sauver une vie implique un enchaînement de différentes étapes. Chaque étape de la chaîne de survie est importante et influence la survie. La solidité de la chaîne dépend du maillon le plus faible.



Schéma ERC

Les 4 étapes sont :

1. Reconnaissance précoce de la gravité de la situation avec **appel rapide des secours**.
2. **Réanimation cardio-pulmonaire** (RCP) précoce par un témoin pour gagner du temps.
3. **Défibrillation précoce**.(voir plus loin)
4. **Réanimation spécialisée** par les professionnels de la santé pour restaurer la qualité de vie.

Quel que soit le niveau du plongeur, même sans compétences en secourisme, il est important de comprendre ce qu'il se passe lors d'une réanimation. Un témoin peut aider le secouriste en appelant calmement, correctement et rapidement les secours, en localisant et en apportant l'oxygène et la trousse de secours dès qu'il le demande. Ces tâches primordiales peuvent être confiées à un plongeur débutant, non secouriste. Dégager et baliser le chemin afin de faciliter l'accès de l'ambulance est une autre tâche importante qui peut être réalisée par un témoin non secouriste.

8.1 APPEL DES SECOURS



© J. Servais

L'APPEL EST ESSENTIEL.

Malgré des premiers soins efficacement réalisés par un secouriste la victime aura besoin de soins médicaux spécialisés (oxygénothérapie hyperbare, médicaments, techniques spécifiques pour le maintien d'une ventilation efficace ...). L'objectif est d'améliorer les chances de survie à long terme, de récupérer un état de santé satisfaisant avec un minimum de séquelles et de restaurer une qualité de vie.

Renseignez-vous sur le numéro d'appel des secours dans votre pays.

L'appel des secours doit être concis, clair et structuré :

- ✓ Nom de l'appelant.
- ✓ Adresse précise et moyens d'accès
- ✓ Nature de l'accident.
- ✓ État et nombre de victimes.
- ✓ Age (adulte, enfant, bébé).
- ✓ Présence d'un danger éventuel.
- ✓ Personnes bloquées ?
- ✓ Confirmation de l'appel.

En cas d'accident en mer, les secours seront appelés par le capitaine du bateau par radio VHF canal 16.



© M. Van Espen

8.2 ADMINISTRATION D'OXYGÈNE

A 100% avec un débit de 15 litres/ minutes minimum si débit constant.

Ou mieux encore, 100% avec un détendeur à la demande.



© Ch. De Greef



OBJECTIFS :

- ✓ Faciliter la respiration.
- ✓ Augmenter l'élimination d'azote.
- ✓ Réduire le volume des bulles.
- ✓ Améliorer l'oxygénation des tissus.
- ✓ Réduire le risque de séquelles après le traitement hyperbare.

8.3 HYDRATATION

Si le plongeur est conscient et capable d'avalier et de boire de manière autonome faire boire 1 à 1.5 litre d'eau plate ou une boisson isotonique en une heure. Ceci permettra de combattre la déshydratation due à l'immersion, d'améliorer la circulation et l'élimination d'azote.



© DAN



Les notions de réanimation résumées dans le paragraphe suivant ne sont données qu'à titre indicatif et ne remplacent pas une formation en réanimation de base (Basic Life Support – BLS)

8.4 NOTIONS DE RÉANIMATION DE BASE – BASIC LIFE SUPPORT (BLS)

SELON LES RECOMMANDATIONS DE L'ERC (CONSEIL EUROPÉEN DE RÉANIMATION) DE 2010.

Texte et photos aimablement fournis par Guy Thomas DAN Europe Training.



8.4.1 EVALUER LA SÉCURITÉ DU LIEU DE L'ACCIDENT (S-A-F-E)

S STOP

S'arrêter.

Réfléchir.

Agir ensuite.

A ASSESS SCENE (évaluer la situation)

Le lieu de l'accident est-il sûr ?

Est-ce un lieu adéquat pour traiter la personne accidentée en toute sécurité ?

Des dangers sont-ils présents ?

D'autres éléments présentent-ils un risque pour le secouriste ?

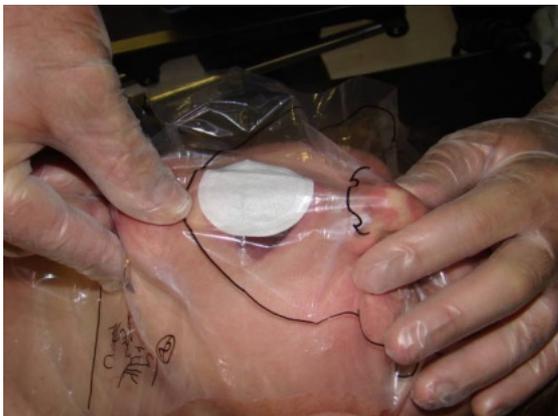
F FIND AND LOCATE FIRST AID KIT

Trouver la trousse de 1ers secours, l'O₂ et le DEA (défibrillateur externe automatique).

E EXPOSURE PROTECTION

Utiliser des protections telles que des gants et des dispositifs servant de barrière entre la bouche du sauveteur et celle de la victime.

Protection faciale



Pocket mask



8.4.2 ÉVALUER L'ÉTAT DE CONSCIENCE

Dire son nom, sa formation et signifier que l'on veut aider.

Demander la permission d'aider.

Taper légèrement sur l'épaule du plongeur accidenté et crier « Est-ce que ça va ? »

Si la personne répond :

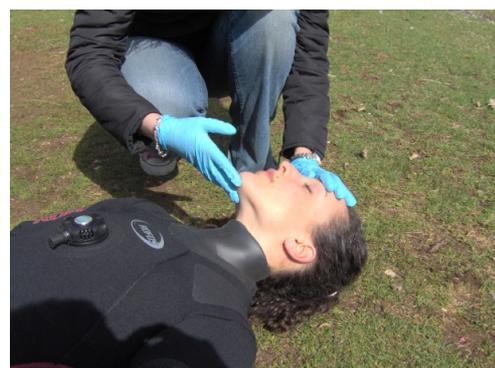
- ✓ La laisser dans la position où elle se trouve étant donné qu'elle ne court plus de danger.
- ✓ Essayer de découvrir ce qui lui est arrivé et demander de l'aide si nécessaire.
- ✓ Evaluer régulièrement son état.



© DAN

Si la personne ne répond pas :

- ✓ Crier à l'aide.
- ✓ Positionner le plongeur accidenté sur le dos et ouvrir les voies respiratoires en basculant sa tête en arrière et en tirant sur son menton :
 - Placer une main sur son front et basculer délicatement sa tête en arrière tout en gardant l'index et le pouce libres afin de lui boucher le nez si une respiration artificielle s'avère nécessaire.
 - Placer les doigts de l'autre main sur l'extrémité de son menton et le tirer vers le haut afin d'ouvrir les voies respiratoires.

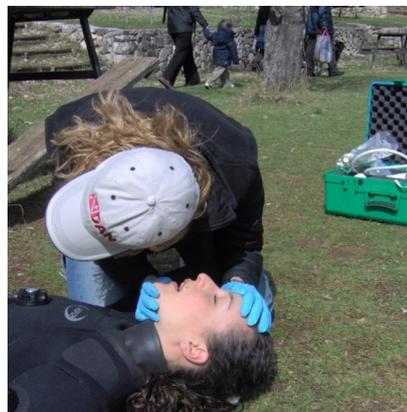


© DAN

8.4.3 EVALUER LA RESPIRATION

Tout en maintenant les voies aériennes ouvertes, regarder, écouter et sentir si le plongeur accidenté respire normalement ; cette manœuvre doit durer maximum 10 secondes :

- ✓ Observer tout mouvement du thorax.
- ✓ Ecouter tout signe de respiration près de la bouche du plongeur.
- ✓ Sentir l'air sur sa propre joue.



© DAN

S'il respire normalement :

- ✓ Le placer en position de sécurité.
- ✓ Appeler de l'aide / une ambulance ou envoyer quelqu'un le faire.
- ✓ Vérifier si la respiration se maintient.

S'il ne respire pas normalement :

Envoyer quelqu'un chercher de l'aide ou, si on est seul, laisser le plongeur accidenté le temps d'alerter les urgences puis revenir pour effectuer des compressions thoraciques comme suit :

- ✓ S'agenouiller près du plongeur accidenté.
- ✓ Placer le talon d'une main au centre de la poitrine.
- ✓ Placer le talon de l'autre main au-dessus de la première main.
- ✓ Croiser les doigts et s'assurer de ne pas exercer de pression sur les côtes du plongeur accidenté. Il faut éviter également d'exercer de la pression sur la partie supérieure de l'abdomen et sur le cartilage à la base du sternum (appendice xiphoïde).
- ✓ Se positionner verticalement au-dessus de la poitrine et, les bras tendus, enfoncer le sternum d'environ 5 à 6 cm.
- ✓ Après chaque compression, relâcher toute la pression sur la poitrine, tout en maintenant les mains en contact avec le sternum. Les compressions doivent s'effectuer à un rythme d'environ 100 par minute (un peu moins de 2 compressions par seconde).



© DAN

- ✓ La compression et le relâchement doivent durer le même temps.

- ✓ Après 30 compressions, ouvrir à nouveau les voies respiratoires du plongeur en basculant sa tête en arrière et en tirant sur son menton.
- ✓ Utiliser un masque oro-nasal de réanimation ou boucher le nez du plongeur accidenté en lui pinçant les narines à l'aide de l'index et du pouce de la main placée sur son front.



© DAN

- ✓ Ouvrir la bouche de la victime tout en maintenant la position de son menton.
- ✓ Inspirer normalement et placer ses lèvres sur la canule du masque oro-nasal de réanimation ou autour de la bouche de la victime en veillant à coiffer hermétiquement sa bouche.
- ✓ Insuffler l'air progressivement tout en observant la poitrine de la victime se soulever. Pour être efficace, cette insufflation doit prendre environ 1 seconde comme dans le cas d'une respiration normale.
- ✓ Tout en maintenant sa tête en arrière et son menton tiré, se reculer de la bouche du plongeur accidenté et observer sa poitrine redescendre lors de l'expiration de l'air.
- ✓ Prendre à nouveau une inspiration normale et insuffler l'air dans la bouche du plongeur (ou dans le masque), atteignant ainsi un total de deux insufflations efficaces. Ensuite, replacer sans attendre les mains en position adéquate sur le sternum du plongeur et effectuer à nouveau 30 compressions.
- ✓ Poursuivre la RCP à un rythme de 30:2.
- ✓ S'arrêter pour vérifier l'état du plongeur accidenté uniquement s'il commence à respirer normalement. Si ce n'est pas le cas, poursuivre la réanimation sans interruption.

Si l'insufflation initiale n'a pas provoqué de soulèvement de la poitrine comme lors d'une respiration normale, passer aux étapes suivantes afin d'effectuer un nouvel essai :

- ✓ Vérifier la bouche du plongeur et enlever tout objet pouvant l'obstruer.
- ✓ Veiller à bien observer la position de la tête renversée, menton vers le haut.
- ✓ Ne pas effectuer plus de 2 insufflations avant chaque série de compressions thoraciques.

Remarques:

Dans les premières minutes qui suivent un arrêt cardiaque, il se peut que la personne accidentée respire à peine ou de manière irrégulière et bruyante. Il ne faut pas confondre cette respiration avec une respiration normale. En cas de doute, agir comme si la respiration n'était pas normale.

Si plusieurs secouristes sont présents, un autre secouriste devrait reprendre la RCP toutes les 1 à 2 minutes afin que chacun se fatigue moins vite. Effectuer le changement entre secouristes le plus rapidement possible.

Pour les victimes de la noyade : administrer 5 insufflations initiales suivies d'une minute de RCP avant d'appeler les secours.

8.5 ADMINISTRATION DE SOINS AVEC UN DEA(SI DISPONIBLE)

SE RAPPELER LE S-A-F-E

NE RÉPOND PAS

Crier à l'aide

NE RESPIRE PAS NORMALEMENT

Aller chercher un DEA ou demander qu'on en apporte un.

Effectuer une RCP au rythme 30:2 jusqu'à ce que le DEA soit attaché.

Attacher les électrodes au patient et au DEA.

Laisser le DEA analyser le rythme cardiaque.

Ne pas toucher le patient.

SI LE CHOC EST NÉCESSAIRE:

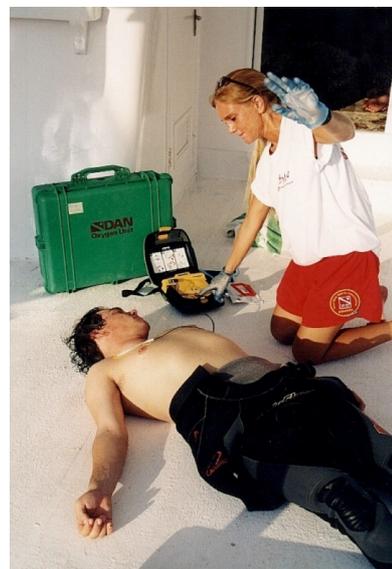
Suivre les instructions de l'unité du DEA.

Préparer visuellement et physiquement le patient.

Avertir : « je suis prêt. Vous êtes prêts. Tout est prêt »

Administrer un choc.

Reprendre la RCP au rythme 30:2 pendant 2 minutes.



© DAN

S'IL N'EST PAS NÉCESSAIRE D'ADMINISTRER UN CHOC :

Reprendre la RCP au rythme 30:2 jusqu'à ce que le plongeur reprenne une respiration normale.

Remarque :

Si le DEA peut s'utiliser dans un environnement aquatique, il faut sécher la poitrine du patient avant de placer les électrodes. Les électrodes du DEA doivent être placées sur la poitrine de l'accidenté selon les instructions du diagramme figurant sur les électrodes, le secouriste doit ensuite suivre les instructions s'affichant sur l'unité.

9. PSYCHOLOGIE ET PLONGÉE

9.1 PLONGÉE ET PRISE DE MÉDICAMENTS, DROGUES OU ALCOOL

L'alcoolisme et la toxicomanie sont des pathologies entraînant l'inaptitude à la plongée.

Alcool et drogues peuvent mener à la panique ou à des comportements téméraires mettant en danger la sécurité et la vie du plongeur mais également des membres de la palanquée.

Certains médicaments peuvent avoir un effet négatif sur le système nerveux central.

Quelle que soit la substance concernée il est nécessaire de consulter une personne ayant l'expertise en médecine de plongée.

9.2 ANXIÉTÉ ET STRESS

Le fait d'évoluer dans un milieu inhabituel peut provoquer un sentiment de malaise.

En cas de situation inattendue ou difficile la tension peut être angoissante et démesurée. On parle de stress. L'anxiété est un des principaux sentiments ressentis avant et durant la plongée.

L'anxiété peut être bénéfique en accroissant la vigilance, c'est le stress positif mais s'il augmente il peut devenir néfaste et mener à la panique.

Lorsqu'on ne peut plus réfléchir ou agir l'anxiété évolue en panique. La panique est le pire ennemi du plongeur. Un plongeur paniqué ne pense qu'à remonter le plus rapidement possible, sortir de l'eau et ne respecte plus les règles de base. Il n'y a plus de communication avec le binôme.

Le stress est causé par une pression trop importante et peut commencer en cas de :

Problème physique pendant la plongée comme des difficultés à équilibrer les oreilles, refroidissement, essoufflement, fatigue, douleurs, etc.

Tension psychique par manque d'informations sur la plongée, en cas d'égarement (perte), par trop de choses à gérer, par un sentiment irraisonné d'inconfort et de menace, en cas de comportement bizarre ou téméraire du binôme ou de problèmes chez le binôme.

Matériel inadapté. Le fait de plonger avec un équipement qui ne fonctionne pas de manière optimale ou qui n'est pas adapté à la plongée irrite solidement. La liberté de mouvement peut être entravée et la lecture des instruments difficile. Bref, la confiance dans le matériel est rompue.

Facteurs environnementaux comme le courant, la mauvaise visibilité, l'obscurité, le froid, la houle, la rencontre avec un animal inconnu ou étrange, le manque de points de repère, en particulier si ces situations n'étaient pas attendues.

Cumul de petits problèmes.

La gestion du stress est essentielle, il faut en parler avec son binôme et adapter la plongée en conséquence. Si malgré cela « on ne le sent pas » il vaut mieux annuler la plongée.

La plongée n'est pas une compétition. Un comportement macho est incompatible avec la plongée en sécurité. Le seul objectif est de faire ensemble une plongée agréable. Cela n'est possible que grâce à un lien de confiance entre binômes.

10. TABLES DE DÉCOMPRESSION ET ORDINATEURS DE PLONGEE

10.1 GÉNÉRALITÉS

Lors de la descente et durant son séjour sous eau, l'organisme du plongeur va absorber une quantité supplémentaire de gaz inerte (l'azote s'il s'agit de l'air) qu'il devra restituer en partie lors de la remontée et lorsqu'il se retrouvera en surface. Ce retour à la normale ou à la saturation d'origine s'appelle le processus de décompression.

Ce processus est très complexe.

La gestion de la décompression se fera soit à l'aide d'une table de décompression ou d'un ordinateur immergeable gérant la décompression. C'est ce dernier système qui est le plus couramment utilisé actuellement.

10.2 LES TABLES DE DÉCOMPRESSION

Les tables de plongée ont été le premier moyen de prévention de l'accident de décompression. Elles sont toujours utilisées actuellement quoique de plus en plus remplacées par les ordinateurs de plongée.

Il en existe plusieurs modèles qui résultent de différents groupes d'étude et de simulation de la décompression : US Navy, Marine Nationale française (MN 90) les tables suisses particulièrement adaptées à la plongée en altitude et la table utilisée par la fédération britannique BSAC, cette liste n'étant pas exhaustive.

Le principe d'utilisation d'une table reste en règle général le même. Si on maîtrise l'utilisation d'une table, il ne sera par conséquent pas difficile d'en utiliser une autre après avoir pris connaissance de son mode d'emploi.

Table Buhlmann

Table MN 90

Table BSAC

La CMAS n'exige pas l'utilisation d'un moyen particulier et laisse donc au plongeur le soin de choisir son propre moyen de décompression. Il va de soi que le choix implique la parfaite connaissance du moyen choisi et de ses limitations. Nous ne pouvons qu'insister sur le fait qu'aucun moyen ne garantit un risque nul mais que les moyens proposés, et surtout les plus récents, assurent toutefois une prévention plus que satisfaisante. Il va également de soi que le respect des procédures requises par le modèle choisi ne souffre pas d'extrapolation ou d'adaptation par le plongeur sans quoi le risque d'accident de décompression se verrait multiplié énormément.

10.2.1 PLONGÉE SANS PALIER

Dans ce type de plongée, les couples profondeur/temps permettent une remontée directe à la vitesse prescrite vers la surface. Les profondeurs indiquées dans la table sont les profondeurs maximales atteintes lors de la plongée. Si la profondeur atteinte ne se retrouve pas dans la table, on prendra la profondeur immédiatement supérieure. On procède de la même manière pour le temps.

10.2.2 PLONGÉE RÉPÉTITIVE

Une plongée est dite répétitive si elle se déroule au plus tôt 10 min après une première plongée et au plus tard avant un certain temps en fonction du protocole de la table choisie (ex USN 2008 15h50).

Afin de pouvoir estimer le temps de plongée maximum que l'on peut passer en profondeur sans devoir effectuer de palier, il faut utiliser la table afin de déterminer la pénalisation qui réduira le temps maximum que l'on peut passer en profondeur sans devoir effectuer de palier obligatoire.

10.2.3 PALIER DE SÉCURITÉ

Lors d'une plongée ne nécessitant pas l'observation d'un palier de décompression, il est recommandé d'effectuer un palier de sécurité de 5 min à la profondeur de 5 m. Ce palier est également appelé palier de défatigation. Il ne faut pas l'exécuter si les conditions de plongées sont mauvaises comme par exemple lorsqu'il y a du courant ou qu'il fait trop froid.



© S. Marcotty

10.2.4 UTILISATION DE LA TABLE DE PLONGEE

Le plongeur une étoile n'a pas la prérogative de réaliser des plongées à décompression obligatoire. Cependant, une connaissance des tables de décompression est un excellent moyen d'aborder la décompression.

L'objectif recherché par ce chapitre est d'apprendre à lire, comprendre et utiliser une table afin de pouvoir l'utiliser en plongée.

Sur une table apparaissent différentes colonnes :

À l'horizontale, la ligne reprend la profondeur maximum atteinte. A défaut la profondeur directement supérieur quand la profondeur atteinte n'y figure pas.

Dans la colonne verticale, sur la gauche apparait le temps de plongée. A défaut on choisit le temps directement supérieur quand le temps exact ne figure pas dans la colonne.

Le couple temps/ profondeur détermine alors la contrainte du palier. Ce même couple détermine également un coefficient ou une lettre représentant l'état de saturation en azote (azote résiduel).

Il est utile d'insister sur le respect de la vitesse de remontée prescrite par la table utilisé. Il s'agit là du premier palier.

15 m		18 m	
15	B	12	B
21	C	17	C
28	D	22	D
34	E	28	E
41	F	33	F
48	G	39	G
56	H	45	H
63	I	51	I
71	J	57	J
		60	K

Exemple : Plongée à 16 m pendant 25 min. Dans la Table : 18 m - 28 min. symbole de saturation résiduelle E

Le temps pris en compte débute à l'immersion et se termine au moment où l'on décide de remonter à la vitesse prescrite.

3. ORDINATEURS DE PLONGÉE

Les plongeurs utilisent de nos jours de plus en plus l'ordinateur pour gérer leur décompression. Le plongeur débutant devra impérativement plonger suivant un profil ne nécessitant pas la tenue de palier obligatoire. Pour ce faire, il veillera à ce que l'ordinateur n'affiche jamais la tenue d'un palier.

Un ordinateur de plongée est un appareil électronique destiné à donner les indications les plus précises possibles quant à l'évolution de l'azote absorbé par le plongeur et à sa restitution à l'aide de paramètres utilisables directement par lui.



Il est composé :

- ✓ D'une horloge interne fonctionnant de manière permanente (même en dehors de l'eau).
- ✓ De capteurs (pression locale, pression d'air, température, ...).
- ✓ D'une mémoire fixe contenant le programme (algorithme).
- ✓ D'un microprocesseur.
- ✓ D'une alimentation en énergie.
- ✓ D'un clavier rudimentaire.
- ✓ D'un écran d'affichage.
- ✓ De dispositif sonore.

Il donne en plongée au minimum les indications suivantes :

- ✓ Le temps depuis l'immersion.
- ✓ La profondeur actuelle d'évolution.
- ✓ La profondeur maximale atteinte.
- ✓ Le temps restant sans palier (NDL : No Deco Limit) ou le temps total vers la surface (TTS : Total Time to Surface)
- ✓ Le temps et la profondeur du 1^e palier ou du palier suivant.

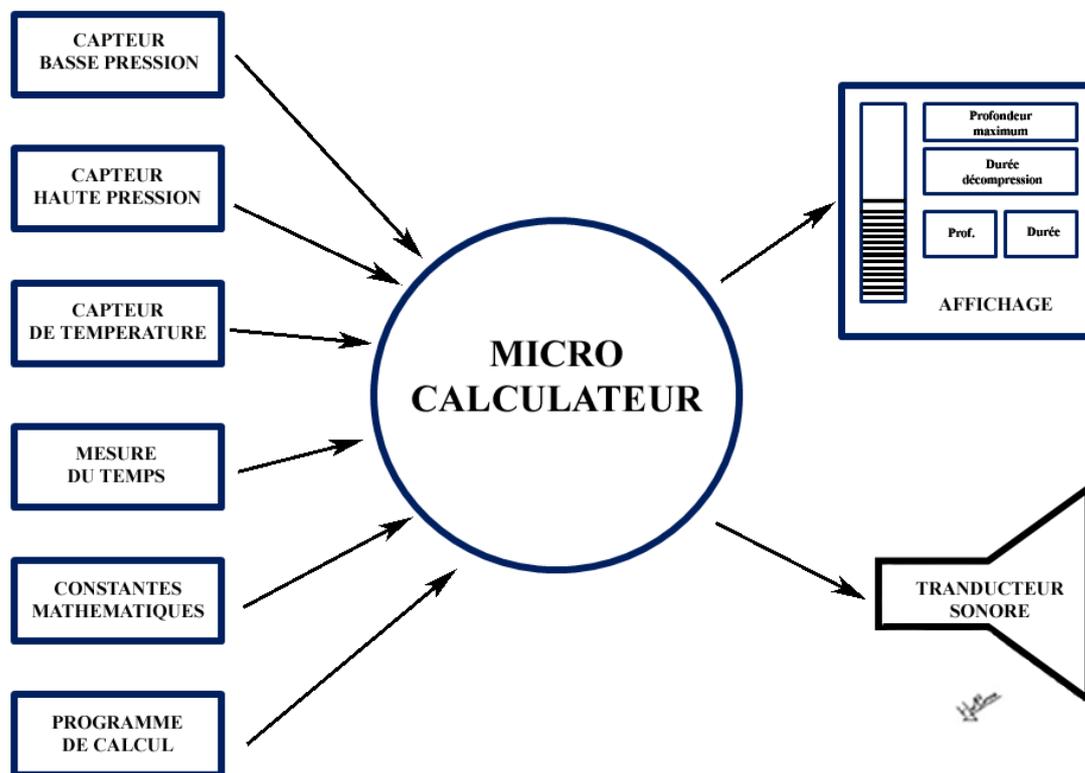


Figure 1 : diagramme de base du fonctionnement d'un ordinateur de plongée

D'autres indications peuvent compléter ce tableau selon les modèles. Les indications suivantes sont utiles :

La vitesse de remontée.

Les alarmes sonores en cas de dépassement d'une consigne (vitesse, profondeur d'un palier, épuisement du temps sans palier, réserve d'air ...).

La température du milieu.

A la sortie de l'eau, il peut afficher :

L'heure de sortie.

L'intervalle avec la plongée précédente.

Le temps total de désaturation.

Le temps avant qu'un voyage en avion (cabine pressurisée) ne soit permis.

L'emploi d'un ordinateur de plongée nécessite toutefois la prise de précautions élémentaires pouvant éviter des accidents de décompression dits immérités. Le plongeur débutant plongera toujours dans la zone de non palier (NDL). On s'interdira donc l'affichage d'un palier obligatoire par la machine. Certains profils de plongée sont aussi à proscrire même si l'ordinateur proposera une solution pour la décompression.



10.4 PROFIL « YOYO »

Bien que souvent mentionné, le profil « yoyo » n'est pas défini ni dans les manuels ni dans la littérature. Voici une proposition de définition très générale.

Le profil « yoyo » est un profil de plongée où la profondeur d'évolution varie vers le haut et vers le bas plusieurs fois fortement dans un délai court.

Le phénomène est d'autant plus important que :

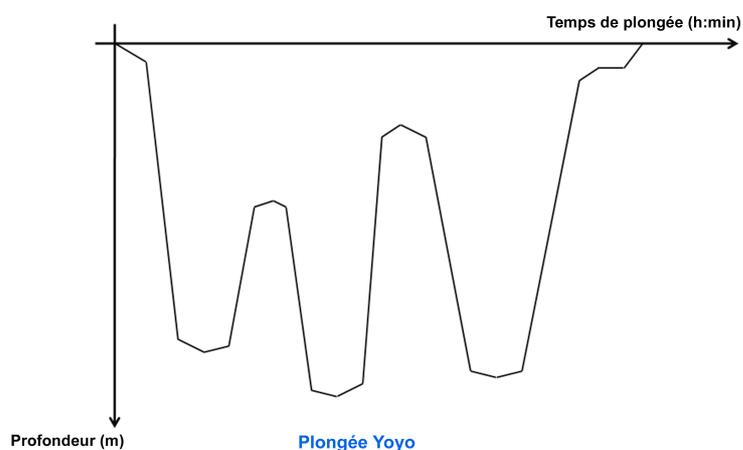
- Le nombre de ces montées / descentes est important.

- L'amplitude (la différence entre le bas et le haut) du mouvement est grande.

- Les vitesses de montée / descente sont importantes.

- Le mouvement se fait à proximité de la surface.

- Le mouvement se fait en fin de plongée.



La plongée yoyo est une catastrophe pour les algorithmes haldaniens, car « en moyenne » la profondeur est plus ou moins constante, de telle sorte qu'ils ne peuvent que donner un résultat « moyen ». Le plus grand danger est évidemment lorsqu'on se trouve rapidement à la plus faible profondeur sans que la machine ait pu « suivre ».

Suite à des essais indépendants, il a été démontré que la succession de ces profils accumule les « retards » de la machine, de sorte qu'au bout d'un certain temps les indications -bien que présentes- ne sont plus en correspondance avec la réalité.

Il a été prouvé qu'aucune machine ne donne actuellement une bonne réponse à ce type de profil. A l'utilisateur à donc agir en connaissance de cause.

10.5 PROFIL « BORDER LINE »

Une plongée « border line » consiste à réaliser un profil de plongée qui maintient le temps sans palier affiché (NDL) à la limite du zéro ou proche de cette valeur.

On travaille alors à la limite de ce que le modèle autorise, sans aucune marge. Si par hasard une des hypothèses prévalant n'est pas respectée, on quitte le domaine de validité.

Quelle marge conserver entre un profil « sans palier » et « border line », puisque les deux sont semblables ? Le temps sans palier dépend de la profondeur d'évolution. A grande profondeur (par exemple aux alentours de 50 m), ce temps peut se réduire à quelques minutes (de l'ordre de 6...8 minutes). A plus faible profondeur (par exemple aux alentours de 20 m), le temps sans palier est plus important (il peut être de l'ordre de 180 minutes).

Un profil qui n'est plus « border line » laisse à tout moment une marge significative entre le temps passé à une profondeur déterminée et le temps sans palier affiché à cette profondeur.

S'il est estimé avoir été trop longtemps trop près de la limite, rien n'interdit de faire un palier de sécurité.

11. ORGANISATION ET PLANIFICATION DE LA PLONGEE

En plongée sportive, l'usage de la parole est bien entendu impossible. Il existe un certain nombre de signes reconnus mondialement, qui permettent d'échanger des informations sous l'eau, nous allons découvrir les principaux ci-dessous.

11.1 CODE INTERNATIONAL DE COMMUNICATION

11.1.1 SOUS L'EAU



Descendre



Monter



Ok



Non



Je ne comprends pas

Moi

Toi

Rassemblez-vous

STOP

Accélérer

Ralentir

Cette direction

J'ai froid

Compenser - Gonfler



Pression restante

Mi-bouteille

Réserve

11.1.2 EN SURFACE



OK (De près)



OK (De loin)

Signal d'alerte

11.1.3 DE NUIT



Signe OK



Signe "problème"

11.2 LE SYSTÈME DE PLONGÉE PAR BINÔME

Pour votre sécurité vous devez toujours plonger à plusieurs, vos compagnons restant près de vous, même lors des entraînements en piscine. Il est en effet important de s'accoutumer à cette pratique dès les premiers entraînements. Vous préparez la plongée à plusieurs. Vous vous entraidez pour vous équiper et vérifier votre matériel. Vous partagez vos expériences et vos sensations. Vous vous portez assistance en cas d'incident ou d'accident. Etre à plusieurs augmente le plaisir et la sécurité de la plongée. Lorsque l'on plonge à plusieurs, on forme des équipes de deux au sein de la palanquée. Chacun des plongeurs de chaque équipe travaille en binôme avec l'autre.



© M. Hiernaux

11.3 COMPORTEMENT ET SÉCURITÉ DANS L'EAU

Avec un matériel adapté, des connaissances théoriques et pratiques et un bon encadrement, la plongée est un sport sûr et accessible à tous.

Sur le plan physique, nul n'est besoin d'être un champion olympique. Un nageur moyen à l'aise et détendu dans l'eau s'en sortira très bien. Il faut surtout être en bonne santé au niveau du système respiratoire. Un entraînement régulier vous permettra d'accroître encore votre aisance dans l'eau.

11.4 LA COMPRÉHENSION

Vous définissez avant la plongée vos buts et vos souhaits. Vous parlez de votre expérience en plongée, de la profondeur que vous pouvez atteindre et du temps maximum que vous désirez passer sous l'eau. Vous vérifiez vos connaissances du code de communication en plongée.

11.5 VOS PREMIÈRES PLONGÉES

Vous effectuerez avec succès les 5 premières plongées en eaux libres à une profondeur comprises entre 5 à 20 mètres d'une durée minimum de 15 minutes. Vous serez accompagné par un moniteur afin d'obtenir votre première étoile.

A partir de ce moment, vous pouvez effectuer des plongées à 20mètres maximum et ne nécessitant pas de palier de décompression. Pour ces plongées, vous resterez toujours sous la supervision d'un instructeur qui composera les palanquées en fonction des différents niveaux.

11.6 VOTRE COMPORTEMENT AVANT LA PLONGÉE

Ne plongez que quand vous vous sentez bien et que vous en avez envie. La plongée doit rester un plaisir.

Ecoutez le briefing de votre chef de palanquée au sujet des points suivants :

- ✓ La description du lieu de plongée : caractéristiques et dangers éventuels.
- ✓ Le but de la plongée, la profondeur et le temps d'immersion.

- ✓ La présentation des membres de la palanquée.
 - La place et le rôle de chacun.
 - La présentation du matériel.
 - Le code de communication.
 - Le signal du passage sur réserve.
 - La procédure à suivre en cas de perte.
 - Les moyens de secours du lieu de plongée.

11.7 VOTRE COMPORTEMENT PENDANT LA PLONGÉE

Vous vous mettez à l'eau après le chef de palanquée et à son signal vous réglez tous votre montre en surface.

Vous formez un binôme avec votre compagnon de palanquée.

Vous ne descendez pas plus vite et pas plus bas que votre chef de palanquée.

Vous évoluez à la même profondeur que votre chef de palanquée.

Vous signalez votre passage sur réserve à la pression convenue lors du briefing.

Vous ne remontez pas plus vite que le chef de palanquée.

Vous effectuez le palier de sécurité à la hauteur du chef de palanquée.

Vous sortez après le serre-file et avant le chef de palanquée.

11.8 DEBRIEFING

Prenez note des paramètres de plongée (temps, profondeur, heure de sortie, paramètres de décompression).

Discutez des points remarquables de la plongée ainsi que de vos craintes éventuelles.



© S. Marcotty

12. LE MILIEU

12.1 INTRODUCTION

La plongée sous-marine ne se limite pas à la pénétration sous la surface des eaux, elle se prépare. Surtout en mer, les conditions météorologiques, le type de fond, le but de la plongée doivent être connus de l'organisateur.

Le respect de la vie et de l'environnement fait également partie de la formation du plongeur.

Bien que l'organisation n'incombe pas au plongeur débutant, celui-ci se doit d'être informé des bases nécessaires à la pratique correcte de la plongée.

12.2 MÉTÉO

La météorologie peut fortement influencer l'état de la mer. Lorsque la mer est agitée, voire fortement agitée, il sera très difficile de récupérer les plongeurs à bord en toute sécurité. Une mer agitée peut en effet engendrer un inconfort à bord et occasionner des chutes sans oublier le très désagréable mal de mer.

Le plongeur débutant ne s'étonnera donc pas qu'un site de plongée annoncé soit annulé même si de prime abord l'état de la mer semble le permettre. L'évolution de cet état pourra par contre interdire la plongée.

La connaissance de la météo et de son évolution guidera le choix du site et de la route.



12.3 MARÉES – COURANTS

Les plongeurs peuvent être confrontés à un courant qui peut s'avérer très fort et rendre la plongée ardue voire impossible.

Des courants marins sont toujours présents dans les mers à marées mais sont généralement prévisibles en direction et intensité. On peut donc déterminer les plages horaires durant lesquelles ces courants sont moins forts voire inexistants. Il existe néanmoins des cas où de forts courants sont imprévisibles. L'organisateur jugera donc sur place de la faisabilité de la plongée ou de son annulation.

12.4 FAUNE ET FLORE

Un des buts principal de la plongée sous-marine est la rencontre d'êtres vivants (surtout d'espèces animales, les plantes étant rares et peu diversifiées sous la mer). La reproduction et l'alimentation mais aussi l'organisation de la sécurité de l'animal détermineront les endroits les plus propices à la rencontre de telle ou telle espèce. Il est par conséquent primordial de connaître les bases de faune et flore suffisantes que pour pouvoir organiser une plongée ciblée sur la rencontre d'espèces préalablement déterminées. C'est bien entendu du ressort du moniteur mais une certaine maîtrise du sujet par le plongeur débutant lui permettra de débusquer l'animal tant convoité. Différentes planchettes immergeables reprenant les différentes espèces existent ; elles vous aideront à les identifier et à améliorer ainsi vos connaissances.



© J-L. Dallons

12.5 ECOLOGIE

Le plongeur CMAS a un rôle dans la protection, la conservation et l'utilisation « durable » de l'environnement aquatique. Tout ceci cadre dans le concept de conserver le plaisir des futures générations. Dans ce sens, toute l'importance à se conformer aux lois locales, nationales et internationales, établies dans le but de protéger et conserver l'environnement aquatique.

Le milieu sous-marin est un écosystème très riche mais très fragile. Le plongeur s'y invite mais a l'obligation de le respecter. Prélèvement d'animaux ou de plantes, harcèlement d'êtres vivants sont à proscrire. Toucher les êtres vivants est à éviter car on pourrait par ce faire, enlever leur couche de protection et favoriser ainsi l'attaque des parasites.

Enfin, on ne prendra pas la mer pour une poubelle et on jettera ses déchets dans un sac ou un récipient approprié.

Comportez-vous en invités et non en conquérants.



© U. Delorieux

13. COMPETENCES REQUISES EN PLONGEE BOUTEILLE

13.1 LE PALMAGE

Pour bien palmer il ne suffit pas d'enfiler n'importe quelle paire de palmes aux pieds et d'agiter les jambes. Sans vouloir faire de vous des champions olympiques de nage avec palmes, nous allons essayer de vous inculquer les rudiments qui vous permettront de palmer efficacement sans être victime de crampes après quelques instants d'effort.

Lors des premières leçons de palmage, aussi bizarre que cela paraisse, le plus difficile est de ne pas se servir de ses bras. En effet, bon nombre de débutants les utilisent pour se stabiliser et cela donne des gestes parasites qui, en fait, freinent leur progression dans l'eau.

Le second gros défaut des apprentis plongeurs est de plier exagérément les genoux dès que la fatigue se fait sentir; ce qui a pour effet de "pédaler" en un mouvement totalement inefficace qui fatigue beaucoup plus.

Le mouvement des jambes lors du palmage doit prendre naissance au niveau des hanches.

Ensuite, la poussée produite par vos palmes doit se rapprocher le plus possible de la direction imprimée par votre tronc. (*Voir figures suivantes*)

Lorsque vous aurez acquis suffisamment d'aisance, vous pourrez commencer à vous entraîner au palmage avec scaphandre. On ne manquera pas de contrôler son lestage et de retirer si nécessaire le lestage superflu. Le palmage avec bouteille est évidemment plus difficile mais plus proche des conditions réelles de plongée.

Mais laissons à votre moniteur, présent sur place, le travail pratique. Dites-vous cependant (Pour vous motiver!) que vous ne ferez jamais trop d'entraînement de palmage. Cet exercice est en effet la base de la plongée et doit être régulièrement entretenu. Cette pratique pourrait un jour vous tirer d'un mauvais pas, (vous-même ou votre compagnon).



© P-B

13.2 L'USAGE DU TUBA

Le tuba est un accessoire d'apparence anodine, cependant ce modeste tube peut se révéler très utile. Il permet en effet de nager en surface et de regarder le fond simultanément. De plus lors de longs déplacements

en surface, il évite beaucoup de fatigue en permettant au corps entier de subir la poussée d'Archimède tout en respirant. (Voir la leçon sur cette loi au chapitre des lois physiques).

Cependant si vous ne vous êtes jamais servi d'un tuba, lisez ceci :

Lors de chaque immersion, l'air contenu dans votre tuba va s'échapper et votre tuba va se remplir d'eau. Or, lorsque vous reviendrez en surface, votre premier réflexe sera d'inhaler de l'air tout de suite, ce qui aura pour résultat de vous faire boire une "tasse" équivalente à la contenance de votre tuba.

Pour respirer vous devez souffler fort dans le tuba afin de chasser l'eau avant d'inspirer. Ceci implique que vous ayez gardé un minimum d'air à la remontée, et donc que vous n'ayez pas "poussé" votre apnée un peu trop longtemps. Entraînez-vous au maniement de cet accessoire en faisant de courtes apnées suivies de récupération sur tuba. (En respirant dès la première fois dans celui-ci).



© Th. Henrard

Un autre aspect de l'usage du tuba est l'inertie de son volume mort. En effet cet appareil prolonge vos voies respiratoires et quand vous inspirez, vous commencez par inhaler les quelques cm³ d'air vicié qu'il contient. Il faut donc utiliser un tuba dont le volume est limité et surveiller particulièrement votre expiration en la "forçant" au maximum. Voir la ventilation, ci-après.

Fautes à éviter :

- ✓ Inspirer avant que le tuba ne sorte de l'eau.
- ✓ Retirer le tuba de la bouche pour le vider en surface.

13.3 L'APNÉE

L'apnée est le fait de rester sous l'eau un certain temps sans respirer. La plupart des mammifères en sont capables. Quelques secondes chez un chien ou un chat à quelques dizaines de minutes pour les mammifères marins telles les baleines. Un plongeur débutant aura des difficultés à rester sous l'eau plus de 30 secondes, cependant avec de l'entraînement et après un temps plus ou moins long il fera aisément 1 ou 2 minutes d'apnée.

Rappelons en passant que les records en la matière sont de l'ordre de 7 ou 8 minutes, mais qu'ils sont l'apanage de sportifs doués et particulièrement entraînés.

Les premières apnées sont parfois stressantes pour les nouveaux plongeurs. Cependant si vous connaissez les quelques règles de sécurité qui suivent, vous pratiquerez l'apnée sans aucun danger.

Ne jamais faire d'apnée seul. Faites-vous surveiller par un moniteur compétent, ou au minimum par un plongeur averti et capable de vous remonter. En effet, à la fin d'une apnée trop longue la syncope vous guette et c'est là tout l'art du bon moniteur que de vous amener à progresser en la matière sans entrer dans la zone de danger.

Vous allez apprendre à vous "ventiler", cela consiste à expirer le plus grand volume d'air possible à chaque respiration (Quand vous croyez avoir tout expiré, forcez très légèrement et vous verrez il en reste !), ceci afin d'abaisser le plus possible la quantité de CO₂ dans vos poumons.

La quantité d'air inspirée est moins importante.

Voici comment le faire sans danger : Regardez votre chronomètre dès que commence la ventilation, aussi tôt que vous sentez de légers troubles (Par ex. des vertiges, des tremblements dans les lèvres ou les paupières), reprenez alors le temps mis pour arriver à ce stade et divisez le par trois. Quand vous vous ventilerez encore, ne dépassez pas ce temps (Le temps maximum de ventilation divisé par trois). Cela s'appelle la règle du tiers temps.

Toute apnée, mobile ou pas, doit se terminer par un largage de ceinture. Ce geste doit devenir automatique afin que dans le besoin vous ne cherchiez plus votre boucle.

A la fin de chaque apnée, et surtout lorsque vous remontez et que la profondeur diminue, expirez l'air contenu dans vos poumons. Ici aussi cette expiration doit devenir un réflexe, en effet lors de plongée en scaphandre, ne pas expirer à la remontée peut se révéler extrêmement dangereux.

Pour effectuer une apnée immobile, il faut se ventiler de la même façon qu'expliqué précédemment. Rien ne sert de remplir exagérément vos poumons, vous devez veiller à être le plus détendu possible. Suivant le cas on s'immerge en faisant un canard, ou "pieds lourds" les pieds vers le bas, on donne une petite battue pour sortir le tronc le plus possible de l'eau en même temps on lève les bras au-dessus de la tête et leurs poids vous fera descendre sans efforts. (*Principe d'Archimède voir chapitre précédent*). Arrivé sur le fond, la position correcte est : un genou par terre et le pied de l'autre jambe au sol, une main à la boucle de ceinture (Prête à un largage rapide), l'autre bras est levé et on fait le signe OK (*Voir code de communication sous-marin*).

Pour effectuer une apnée mobile, le départ se fera généralement en canard. Votre palmage devra être le plus "souple" possible. En effet, ne pas être relax vous fait produire du CO₂ et diminue votre apnée. Le fait de garder le cou et les bras souples vous aidera à rester détendu. Quelques mètres avant la fin de l'apnée, expirez et cessez de palmer pour vous poser à la fin du trajet. Larguez enfin votre ceinture et remontez en tenant un bras levé. Arrivé en surface, allez récupérer votre ceinture au signal du moniteur et remettez-la en surface.

13.4 LA RESPIRATION AU DÉTendeur

Une bouteille d'air, pour être utilisée par un plongeur, doit avoir été "gonflée", c'est-à-dire remplie avec de l'air sous pression. Rassurez-vous, le volume occupé par votre bouteille n'aura pas changé, on va simplement insuffler 200 fois plus d'air dans cette bouteille que sa contenance initiale. Donc une bouteille d'une contenance de 15 litres contiendra, après passage au compresseur, 3.000 litres d'air respirable. La pression qui était de 1 bar est passée à 200 bar.

Vous allez normalement constater lors de vos premières plongées, et à votre grand dam, que vous consommez beaucoup plus d'air que vos compagnons de palanquée. Rassurez-vous cela est tout à fait normal. En effet, respirer sur un détendeur ne se fait pas n'importe comment. Cependant, il ne faudrait surtout pas commettre l'erreur de faire des apnées pendant la plongée dans le but d'économiser votre air, ceci n'aura pour effet que de vous procurer des maux de tête. La meilleure façon de respirer sur un détendeur consiste à se ventiler en permanence, c'est à dire à expirer le plus profondément possible et à inspirer normalement. La seule apnée autorisée pendant une plongée consiste à attendre une ou deux secondes avant d'inspirer. Si cette petite apnée de contrôle s'avérait difficile à tenir, cela signifierait que vous commencez un essoufflement et vous obligerait à agir en conséquence.

Respirer sur un détendeur, en démarrant l'embout en bouche et au sec,



est une chose. Faire de même alors que l'on est déjà dans l'eau en est une autre.

Un jour ou l'autre, vous devrez demander de l'air à un de vos compagnons ou au contraire en donner à quelqu'un. Il peut aussi arriver que vous perdiez votre embout suite à un geste malheureux de votre part ou d'un de vos compagnons. Rassurez-vous, cela n'arrive rarement dans la réalité car dans ce cas, c'est que quelque chose a été négligé dans l'organisation de la plongée. Cependant, vu leur utilité, les passages d'embout sont très souvent pratiqués et répétés au cours de vos entraînements et de vos plongées.

En pratique comment opérer:

Au moment de respirer, vous mettez le détendeur en bouche, vous expirez puis vous inspirez. Cet exercice est à répéter souvent et, au début, toujours en compagnie d'un moniteur qualifié. Il vous apportera l'aisance dont vous avez besoin pour apprécier pleinement vos explorations sous-marines.

© P-B Demoulin

13.5 VIDAGE DE MASQUE

Parfois en cours de plongée, le masque se remplit d'eau. Cela peut être dû à un mouvement incontrôlé de votre part ou de votre compagnon mais aussi à un fou rire subit. (Dans ce cas, rassurez-vous l'entrée d'eau

n'est pas brutale et le masque est rarement rempli).

Quand votre masque s'est rempli d'eau, vous ne pouvez évidemment pas remonter en surface pour le vider et continuer la plongée. Vous pouvez cependant grâce à une technique appelée le "vidage de masque", remédier facilement à ce petit incident. Vous savez sans doute tous que si vous enfoncez un seau ou un verre vide et retourné dans l'eau, l'eau ne pénètre pas au fond du récipient. En effet l'air restant empêche l'eau d'occuper tout le volume.



Ce que vous savez peut être moins c'est que si on injecte de l'air dans le même récipient retourné mais plein d'eau cette fois ci, l'air plus léger que l'eau monte dans le seau et qu'il CHASSE L'EAU QUI S'Y TROUVE.

Appliquons ce principe au masque de la façon suivante :

Tirez sur le masque en regardant vers le bas pour l'inonder.

Laissez le masque reprendre sa position normale.

Relevez légèrement la tête et appuyer sur la partie supérieure du masque.

Soufflez doucement par le nez dans le masque, vous constaterez que celui-ci se vide de l'eau qu'il contient.

Sachez également que sous l'effet de l'augmentation de la pression extérieure le masque peut se comporter comme une ventouse, nous appelons cela le placage du masque. Il vous faudra expirer par le nez pour rétablir l'équilibre de part et d'autre de la vitre en injectant de l'air dans votre masque.

13.6 LA MANŒUVRE DE VALSALVA

Vous l'avez vu dans le chapitre précédent, plus on s'enfonce dans l'eau, plus la pression augmente. Notre corps, composé à 75% d'eau saline, comporte toutefois quelques cavités remplies d'air ou de gaz (Sinus, oreille moyenne). Dans ces cavités, les pressions internes et externes doivent être équilibrées. La méthode la plus courante consiste à se pincer le nez en fermant hermétiquement la bouche et à souffler doucement comme pour se moucher, c'est la manœuvre de Valsalva. On entend alors les tympanes reprendre leur position normale, c'est ce qu'on appelle "compenser". Il existe cependant d'autres méthodes d'équilibrage plus douces mais hélas plus difficiles à réaliser, votre moniteur se fera un plaisir de vous les expliquer.

© P-B Demoulin

13.7 UTILISATION CORRECTE DU GILET

Pour la bonne compréhension du texte on parlera uniquement du gilet, ce terme désignant indifféremment une "stabilizing-jacket" ou n'importe quelle autre modèle de "bouée d'équilibrage".

Equipé de votre scaphandre et de votre gilet, vous vous laissez couler sur le fond. Au signal du moniteur, vous allez introduire de l'air dans votre gilet. Cela pourra se faire au moyen du "direct-system" ou en insufflant à la bouche dans le tuyau annelé que votre matériel ne manquera pas de comporter. Il faudra injecter l'air tout doucement et de façon contrôlée dans le gilet.

Quand vous allez "décoller" du fond, vous devrez commencer à purger votre gilet de façon à rester entre deux eaux sans palmer, sans couler ni remonter. Vous allez devoir contrôler votre niveau d'immersion en utilisant vos poumons. Lorsque vous inspirez, vous amorcez la remontée.

Expirez alors rapidement, vous cesserez de remonter et commencerez à couler. Inspirez et vous remontrerez de quelques centimètres, etc.

Cette technique est celle du poumon-ballast. En maîtrisant cet exercice, vous ferez preuve de l'aisance indispensable pour pouvoir évoluer plus avant en plongée.



© Th. Henrard

14. QUESTIONS

Pour faciliter votre apprentissage, nous avons réalisé une série de questions reprises ci-dessous. Elles doivent vous permettre d'évaluer votre compréhension de la matière.

1. Que veut dire CMAS ?
2. La météo a de l'importance pour l'organisation de la plongée. Citez quelques influences négatives de la météo sur la plongée ?
3. Vrai- faux « écologie »
 - a. Respecter l'environnement
 - b. Respecter la réglementation locale
 - c. Devoir agir comme des conquérants dans nos activités subaquatiques
4. Comment évaluer le bon lestage ?
5. Quels sont les différents volumes des bouteilles de plongée ?
6. Que veut dire OGI SER PREFON ?
7. Où se place le premier étage du détenteur ?
8. Est-il obligatoire de plonger avec deux sources d'air respirables ?
9. A quoi sert le manomètre
10. A quoi sert le gilet de plongée ?
11. Citez les différents instruments de plongée ?
12. Citez le principe d'Archimède ?
13. Citez les applications du principe d'Archimède en plongée ?
14. Expliquez la pression ?
15. Quelle est la conséquence de la respiration d'air comprimé ?
16. Comprendre la Loi de Boyle & Mariotte ?
17. A quoi sert la manœuvre de Valsalva ?
18. Quels sont les deux moyens de décompression ?
19. Que veut dire plongée sans palier ?
20. Qu'entend on pas par plongée répétitive ?
21. Quels sont la profondeur et la durée d'un palier de sécurité ?
22. Déterminez à l'aide de la table l'indice donné pour une plongée de 15 mètres pendant 40 minutes ?
23. Quelles sont les indications offertes par l'ordinateur de plongée ?
24. Dessinez le profil YOYO ?
25. Comment communique-t-on ...
26. Pourquoi plonge-t-on au minimum avec un autre plongeur (binôme) ?
27. Quels sont les points les plus importants du briefing du chef de palanquée ?
28. Quelles sont les consignes à respecter lors de l'évolution en palanquée avec votre chef de palanquée ?
29. Que contient l'air que nous respirons et en quelle quantité ?
30. Vrai ou faux :
 - a. L'inspiration est un mouvement actif
 - b. Il faut absolument respirer de l'air à pression ambiante
 - c. L'expiration est un mouvement actif
 - d. Le CO² commande la respiration
31. De quoi est composé le sang ?
32. Quelles sont les 3 parties de l'oreille ?
33. Comment éviter l'essoufflement ?
34. Quelle est la conduite à tenir en cas d'essoufflement ?

35. Expliquez en quelques mots le barotraumatisme de l'oreille moyenne ?
36. Comment éviter le barotraumatisme de l'oreille interne ?
37. Pourquoi le sinus ne s'équilibrerait pas normalement ?
38. Comment éviter un placage de masque ?
39. Comment éviter un barotraumatisme de la dent ?
40. Comment éviter la colique du scaphandrier ?
41. Expliquez le mécanisme de la surpression pulmonaire ?
42. Quels sont les conséquences d'une surpression pulmonaire ?
43. Quelles sont les causes d'une surpression pulmonaire ?
44. Comment prévenir la surpression pulmonaire ?
45. Une surpression pulmonaire peut-elle survenir en piscine ?
46. Quelles sont les différences entre une surpression pulmonaire et un accident de décompression ?
47. Expliquez sommairement l'accident de décompression ?
48. Citez les zones du corps susceptibles d'être touchées par l'ADD ?
49. Quel est le signe d'un accident de décompression bénin ?
50. Citez les accidents de décompression graves ?
51. Quels sont les facteurs favorisants de l'ADD ?
52. Comment prévenir l'ADD ?
53. Comment traiter un accident de décompression ?
54. Comment prévenir l'hypothermie ?
55. Définissez la noyade ?
56. Expliquez la narcose à l'azote ?
57. Quelles sont les causes du stress en plongée ?
58. Citez les quatre étapes de la chaîne de survie ?
59. Structurez l'appel au secours. Que faut-il communiquer ?
60. A quel pourcentage délivre-t-on l'oxygène et à raison de combien de litres minimum à la minute ?
61. Quels sont les objectifs recherchés par la délivrance d'oxygène ?
62. En réanimation de base, que veut dire S A F E ?
63. Comment évaluer l'état de conscience d'une victime ?
64. Comment évaluer la respiration d'une victime ?
65. Combien de compressions thoraciques et combien d'insufflation délivre-t-on à une victime en arrêt cardio respiratoire ?
66. Combien d'insufflation délivre-t-on lors d'une suspicion de noyade ?
67. Quels sont les niveaux de plongeurs ?
68. Quels sont les niveaux de moniteurs ?
69. Quelles sont les prérogatives du plongeur 1* ?
70. Citez le matériel de base du plongeur ?
71. Citez le matériel de secours ?
72. Citez l'adresse du site Internet de la CMAS ?
73. Pourquoi doit-on s'hydrater avant et après la plongée ?

Cet ouvrage a été bénévolement élaboré par :

Jean-Luc DALLONS
Christiane DE GREEF
Sylviane GODIN
Vincent LEROY

Il a été revu pour la version CMAS par

Jean RONDIA
Marc ALLEMEERSCH
Jo VRIJENS

Il a été également révisé par les membres du Comité Technique de la CMAS

Les photographies sont les œuvres de :

Sylviane GODIN
Paule VANMELLAERT
Marc HIERNAUX
Jean-Luc DALLONS
Christiane DE GREEF
Jacky SERVAIS
Olivier DELPRIEUX
Gregory JONES
Thierry HENRARD
Marc VAN ESPEN
J-P VAN LIERDE
Thierry HENRARD
Serge MARCOTTY
Pierre Bernard DUMOULIN

REFERENCES :

Cours Plongeur 1 Etoile – Lifras/FEBRAS-BEFOS - 1996

Farde de théorie Lifras/FEBRAS-BEFOS : La plongée sous-marine – 2011

Manuel Niveau 1 – Commission de l'Enseignement Lifras/FEBRAS-BEFOS – Edition 2011