

Commission de l'Enseignement

Manuel Niveau 3

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras



lifras

SCUBAPRO®
DEEP DOWN YOU WANT THE BEST.™



NE PERDEZ PAS DE VUE L'ESSENTIEL.

NEW **GALILEO® HUD™**
ORDINATEUR MAINS LIBRES

Voici le nouveau Galileo HUD, ordinateur de plongée révolutionnaire mains libres monté sur masque et doté d'un écran virtuel flottant pour vous procurer plus de liberté dans le cadre de vos plongées.

scubapro.com



Cet ouvrage a été élaboré par :

Marc Allemeersch
Raphael Allemeersch
Christiane De Greef

Mise en page :
Sylviane Godin

Un tout grand merci à toutes les personnes qui ont révisé cet ouvrage.

Référence :

- ◆ Syllabus pour la préparation au brevet moyen - LISA - par J.C. DELHALLE - 1992
- ◆ Syllabus pour la préparation au brevet supérieur - LISA - par J-Pol DEBROUWER - 1992
- ◆ Cours plongeur 3* et 4* - Commission de l'Enseignement Lifras - 2004
- ◆ Syllabus 3 - Jean BOONEN - 2015
- ◆ Revod 1 - Commission de l'Enseignement Lifras - 2008
- ◆ Syllabus 2* - Commission de l'Enseignement Lifras - 2016
- ◆ Tables Lifras 1994 - Lifars - 2015

Tous droits réservés.

Toute reproduction, publication, transmission ou utilisation totale ou partielle de ce contenu est interdite sans l'autorisation écrite de l'asbl Lifras.

Photo couvertures recto : Sylviane Godin

Photo couverture verso : Sylviane Godin

Infographie : Rose Kondrativ

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

© Lifras

INTRODUCTION

Tu tiens entre les mains un syllabus destiné à la préparation du plongeur trois étoiles Lifras. Ce document trouve sa source dans les nombreux ouvrages existants ou ayant existé dans la bibliothèque Lifras. Il contient un large aperçu des matières à maîtriser. Il peut paraître conséquent. Il garantit l'apprentissage imposé par les diverses instances auprès desquelles nous avons souscrit. Mais ce support doit t'aider à te préparer au mieux à obtenir cette étoile supplémentaire et des nouvelles prérogatives.

Si je peux te conseiller ... ne te limites pas à la simple lecture de ce document.

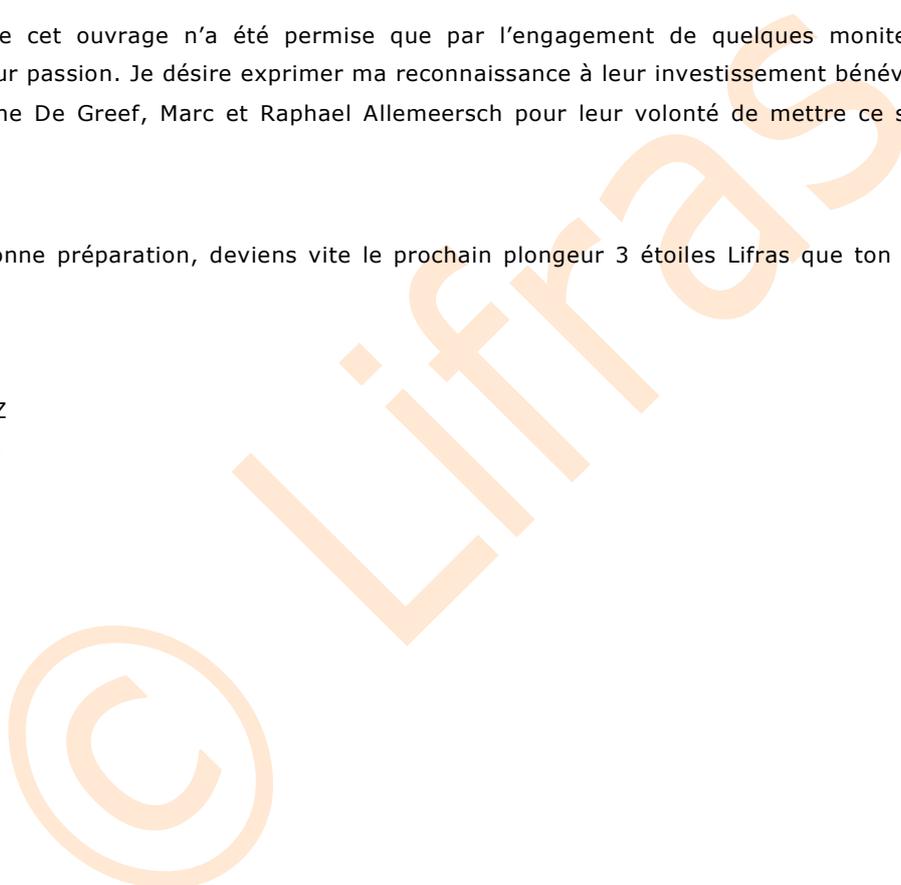
Les connaissances théoriques de la plongée n'ont de sens que si elles s'accompagnent d'une expérience acquise par la pratique.

La réalisation de cet ouvrage n'a été permise que par l'engagement de quelques moniteurs désireux de communiquer leur passion. Je désire exprimer ma reconnaissance à leur investissement bénévole.

Merci à Christiane De Greef, Marc et Raphael Allemeersch pour leur volonté de mettre ce syllabus dans tes mains.

Bonne étude, bonne préparation, deviens vite le prochain plongeur 3 étoiles Lifras que ton club attend avec impatience.

Pilar RUIZ LOPEZ
Présidente Lifras



A Raphael,

*« Si tu veux connaître quelqu'un, n'écoute pas ce qu'il dit mais regarde ce qu'il fait »
(Dalaï Lama)*

Table des matières

1. MATELOTAGE ET NAVIGATION	15
1.1 INTRODUCTION A LA CARTOGRAPHIE	15
1.1.1 Points cardinaux	15
1.1.2 Qu'est-ce qu'une carte marine ?.....	16
1.1.3 Quelques notions de base	16
1.1.4 Les coordonnées géographiques.....	17
1.1.5 La mesure des distances.....	17
1.1.6 La mesure de vitesse	18
1.1.7 La lecture d'une carte marine	18
1.1.8 Les mesures sur la carte.....	18
1.1.9 Indications générales	19
1.1.10 Les indications du cartouche	19
1.1.11 Indications sur la partie de la carte représentant la Terre	20
1.1.12 Indications sur la partie de la carte représentant la mer	20
1.1.13 Méthodes de repérage des points de plongée.....	21
1.2 INTERPRETATION D'UN BULLETIN DE METEO	21
1.2.1 En quoi l'interprétation d'un bulletin météo sert-elle à l'activité de plongée sous-marine ?.....	23
1.3 LA VAGUE	23
1.4 LE VENT.....	23
1.5 LA HOULE.....	24
1.6 L'ETAT DE LA MER	24
1.7 LA VISIBILITE	24
1.8 EMPLOI DES TABLES ET DU CARNET DE MAREES	24
1.9 QUELQUES NŒUDS	27
1.9.1 Nœud plat.....	27
1.9.2 Nœud de huit	27
1.9.3 Nœud de cabestan.....	27
1.9.4 Nœud de chaise	27
1.10 NOTIONS DE NAVIGATION.....	28
1.11 LES PAVILLONS	28
1.12 LE BALISAGE	28
1.12.1 Introduction	28
1.12.2 Les marques latérales	29

1.12.3	Les marques cardinales	30
1.12.4	Les marques de dangers isolés	31
1.12.5	Les marques d'eaux saines.....	32
1.12.6	Les marques spéciales.....	32
1.12.7	Mais aussi.....	32
1.12.8	Les feux de nuit.....	32
1.13	LES REGLES DE ROUTE	33
1.13.1	Quelques principes de base.....	33
2.	LA BIODIVERSITE	35
2.1	INTRODUCTION.....	35
2.2	L'HOMME, LA CAUSE DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX	35
2.3	LA CROISSANCE	36
2.4	QUELQUES SUJETS	38
2.4.1	Réchauffement climatique.....	38
2.4.2	Pollution des océans	39
2.4.3	Ignorance	40
2.4.4	Son	40
2.4.5	Huile.....	41
2.4.6	Plastique	41
2.4.7	Gaz à effet de serre – INFLUENCE DU CO ₂	41
2.4.8	Déchets chimiques	42
2.4.9	Pillage.....	42
2.4.10	Effet Domino	43
2.4.11	Les impacts sur la biodiversité et l'évolution des politiques	45
2.5	COMMENT SE COMPORTE ?	46
2.5.1	Comment induire un changement.....	47
3.	PHYSIQUE.....	51
3.1	L'EAU ET L'AIR	51
3.1.1	L'oxygène	51
3.1.2	L'azote	51
3.2	LA PRESSION	51
3.2.1	Introduction	51
3.2.2	La pression barométrique	52
3.2.3	La pression relative, la pression absolue.....	52
3.2.4	Masse volumique et densité quelques définitions et valeurs incontournables.....	53
3.2.5	Pression des gaz	53

3.2.6	Principe fondamental de l'hydrostatique	53
3.2.7	La pression partielle	54
3.3	LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE	55
3.3.1	Enoncé.....	55
3.3.2	Quelles sont les conséquences pour le plongeur ?.....	55
3.4	LA LOI DE BOYLE ET MARIOTTE.....	55
3.4.1	Enoncé	55
3.4.2	Explication	56
3.4.3	Quelles sont les conséquences pour le plongeur ?.....	56
3.4.4	Autres applications	57
3.5	LA LOI DE DALTON	57
3.5.1	Enoncé.....	57
3.5.2	Quelles sont les conséquences pour le plongeur ?.....	57
3.6	LA LOI D'HENRY	57
3.6.1	Enoncé.....	57
3.6.2	Quelles sont les conséquences pour le plongeur ?.....	57
3.7	LA VISION SUBAQUATIQUE	58
3.7.1	La diffusion	58
3.7.2	L'absorption	58
3.7.3	La réfraction et la réflexion	59
3.7.4	Quelles sont les conséquences pour le plongeur ?.....	60
3.8	LA PROPAGATION DES ONDES SONORES	61
3.9	LA CONSOMMATION	61
3.9.1	Calcul de la consommation personnelle (VRM)	63
4.	DECOMPRESSION	65
4.1	CONSIDERATIONS GENERALES.....	65
4.2	RECOMMANDATIONS AUX MECANISMES QUI INFLUENT DEFAVORABLEMENT LA DECO	66
4.2.1	Les gaz (hors gaz inertes).....	66
4.2.2	La physiopathologie	67
4.2.3	Les perturbations du métabolisme	72
4.2.4	Les effets mécaniques	74
4.3	CHANGEMENT DU MOYEN DE DECOMPRESSION	75
4.3.1	La problématique des tables U.S. Navy 1993– Pour information	75
4.3.2	Moyens de décompression différents au sein d'une même palanquée	76

5.	LES TABLES DE PLONGEE LIFRAS 1994.....	79
5.1	PREAMBULE.....	79
5.2	HISTOIRE.....	79
5.3	LA DECOMPRESSION.....	80
5.3.1	Notions élémentaires.....	80
5.3.2	Que représente le symbole S ?.....	81
5.3.3	Que représente donc l'intervalle ?.....	81
5.3.4	Que représente la pénalisation?.....	81
5.3.5	Plongée unitaire.....	81
5.3.6	Plongée successive.....	81
5.3.7	Plongée consécutive.....	82
5.3.8	Plongée exceptionnelle.....	82
5.4	PROCEDURES D'EXCEPTION.....	82
5.4.1	Effort ou froid.....	82
5.4.2	Mer houleuse ou agitée.....	82
5.4.3	Interruption de paliers.....	82
5.4.4	Remontée trop rapide.....	83
5.4.5	Colique.....	83
5.4.6	Avion.....	83
6.	MATERIEL.....	85
6.1	LE TUBA.....	86
6.2	LE COUTEAU.....	86
6.3	LA BOUTEILLE.....	87
6.3.1	Sa fabrication.....	87
6.3.2	L'inspection des bouteilles.....	89
6.3.3	En quoi consiste une ré-épreuve de bouteilles ?.....	89
6.3.4	Comment démonter/remonter un bi-bouteilles ?.....	90
6.4	LES ROBINETTERIES.....	91
6.5	LA COMBINAISON.....	92
6.5.1	Comment est réalisé le néoprène nous servant de protection thermique ?.....	92
6.6	LES DETENDEURS.....	93
6.6.1	Les normes NBN EN 250 – Pour information.....	93
6.6.2	Le détendeur à 1 étage.....	93
6.6.3	Le détendeur à 2 étages.....	94
6.6.4	La compensation.....	96
6.6.5	Le bouton de surpression.....	96

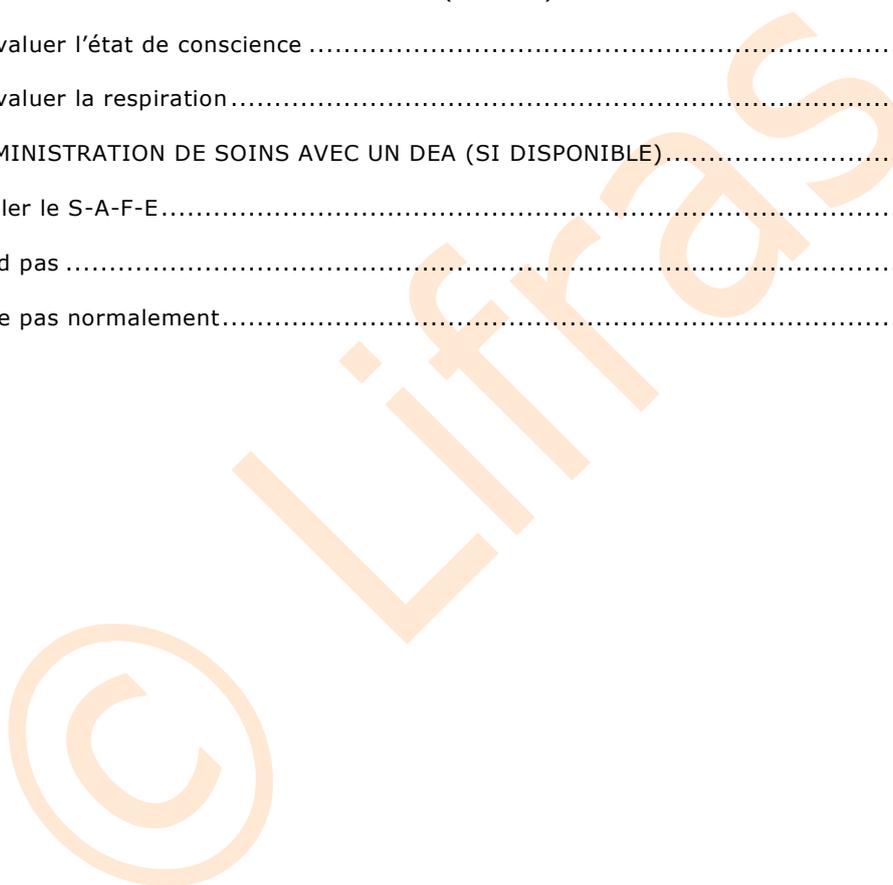
6.6.6	Le tuyau.....	96
6.6.7	L'entretien du détendeur	97
6.7	LE MANOMETRE IMMERGEABLE.....	98
6.8	LA LAMPE DE PLONGEE	99
6.9	LA BOUEE DE SIGNALISATION	100
6.10	LE COMPRESSEUR.....	100
6.11	LE GILET DE STABILISATION	102
6.12	LE LESTAGE.....	103
6.13	LES PALMES	103
6.14	LE SIFFLET	104
6.15	LE COMPAS	104
6.16	LE MASQUE	104
7.	ADMINISTRATION.....	105
7.1	INFORMATION GENERALE.....	105
7.2	ORGANIGRAMME	105
7.3	STATUTS LIFRAS	106
7.3.1	Les membres de la Lifras	106
7.4	COMMISSION DE L'ENSEIGNEMENT.....	107
7.4.1	L'assemblée plénière.....	108
7.4.2	Le Collège des Moniteurs nationaux	108
7.4.3	Le Bureau de l'enseignement.....	108
7.5	ECOLE/CLUB.....	108
7.6	BREVETS.....	109
7.6.1	Les niveaux de plongeurs et de moniteurs	109
7.6.2	Les normes européennes	109
7.6.3	Prérogatives du plongeur Lifras.....	110
7.6.4	La formation	111
7.6.5	Les épreuves.....	113
7.6.6	Présentation aux épreuves théoriques et pratiques 3 étoiles.....	114
7.6.7	Niveau des examens et des épreuves.....	114
7.6.8	La durée de validité des examens et des épreuves.....	114
7.7	LES ASSURANCES	115
7.7.1	Généralités	115
7.7.2	Les conditions générales.....	115
7.7.3	Risques couverts.....	115
7.7.4	Les conditions particulières	117

7.7.5	Obligation en cas d'accident	117
7.8	LA VISITE MEDICALE	118
7.8.1	Autorisation de plonger après un accident de plongée	119
7.9	CODE D'ETHIQUE.....	120
7.9.1	Généralités	120
7.9.2	Le respect du Code.....	120
7.9.3	Principes de base	121
8.	ORGANISATION	123
8.1	GENERALITES	123
8.1.1	Organisation générale	124
8.1.2	Administration	124
8.1.3	Sécurité	124
8.1.4	La feuille de palanquée.....	126
8.2	LE CHEF DE PALANQUEE	127
8.2.1	Briefing	128
8.2.2	Pendant la plongée	129
8.2.3	Après la plongée	130
8.3	LA PLONGEE EN CARRIERE	130
8.4	LA PLONGEE EN MER DU NORD	132
8.4.1	Niveau et expérience minimum	133
8.4.2	Organisation	133
8.4.3	Technique de plongée	133
8.4.4	Conditions particulières	134
8.5	LA PLONGEE DE NUIT	134
8.5.1	Définition	134
8.5.2	Niveau et expérience	135
8.5.3	Conditions particulières	135
8.5.4	Matériel de plongée	135
8.5.5	Organisation	135
8.5.6	Conditions environnementales	136
8.6	LA PLONGEE SOUS LA GLACE.....	136
8.6.1	Niveau et expérience	136
8.6.2	Conditions particulières	137
8.6.3	Organisation	137
8.6.4	Comment organiser la sécurité en fonction du site de plongée ?.....	137

8.7	LA PLONGEE A PARTIR D'UN BATEAU	138
8.7.1	Niveau et expérience	138
8.7.2	Organisation	138
8.7.3	Conditions particulières	141
8.8	LA PLONGEE EN ZELANDE	141
8.8.1	Choix de l'heure de la mise à l'eau	141
8.8.2	La règle des 12 ^{ème}	142
8.8.3	Choix du site	145
8.8.4	Lecture du carnet de marées	145
8.8.5	Briefing Zélande.....	146
8.8.6	L'Atlas des courants ou Stroomatlas	147
8.9	LA PLONGEE DE DERIVE.....	148
8.9.1	Quels sont les intérêts de cette pratique ?	148
8.9.2	Quels équipements ?.....	148
8.9.3	Comment réaliser cette plongée ?	149
8.9.4	Quels risques ?	149
8.10	LA PLONGEE EN COSTUME ETANCHE	150
8.10.1	Quels sont les matériaux les plus fréquemment rencontrés ?.....	150
8.10.2	Vers quel modèle faut-il se diriger ?	150
8.10.3	La qualification Vêtement étanche	151
8.11	LA PLONGEE AVEC GESTION DE TECHNIQUES D'ORIENTATION.....	152
8.11.1	Compas ou boussole ?.....	152
8.11.2	Comment prendre un cap ?	152
8.12	LA PLONGEE PROFONDE.....	154
8.13	LA PLONGEE A VISIBILITE REDUITE	155
8.14	LA PROCEDURE DE RECHERCHE D'UN PLONGEUR MANQUANT.....	155
8.15	LA PLONGEE SUR EPAVE	157
8.15.1	Pour qui ?	157
8.15.2	Qu'entend-on par épave ?.....	157
8.15.3	Pourquoi la plongée sur épave ?.....	157
8.15.4	Dangers de la plongée sur épave ?	158
8.15.5	Le balisage de l'épave	158
8.16	CONDUITE A TENIR FACE AUX PANNES LES PLUS FREQUENTES.....	159
8.16.1	Quelles caractéristiques doivent avoir nos solutions ?	159
8.16.2	Quelles causes peuvent générer un givrage de détendeur ?.....	160
8.16.3	Comment procéder pour agir au mieux ?	160

8.16.4	Panne d'ordinateur	161
8.16.5	Perte de compagnon	162
8.17	LE PALIER DE SECURITE	163
8.17.1	Comment justifier ce palier ?.....	163
9.	ANATOMIE DU CORPS HUMAIN.....	165
9.1	LE METABOLISME	165
9.2	LA RESPIRATION	166
9.3	LA CIRCULATION	168
9.4	L'OREILLE	171
10.	LES ACCIDENTS DE PLONGEE	173
10.1	LES DIFFERENTS ACCIDENTS.....	173
10.2	LES ACCIDENTS MECANIQUES OU BAROTRAUMATISMES	174
10.2.1	Introduction	174
10.2.2	Les barotraumatismes de l'oreille	174
10.2.3	Les barotraumatismes des sinus	175
10.2.4	Le placage du masque.....	176
10.2.5	Le barotraumatisme des dents.....	176
10.2.6	La colique du scaphandrier.....	176
10.2.7	La surpression pulmonaire	176
10.3	LES ACCIDENTS BIOPHYSIQUES	180
10.3.1	L'accident (ADD) ou maladie de décompression (MDD)	180
10.3.2	Les types d'ADD.....	181
10.3.3	Délais d'apparition	182
10.3.4	Traitement.....	182
10.3.5	Prévention	182
10.4	L'ACCIDENT BIOCHIMIQUE OU TOXIQUE	184
10.4.1	La narcose à l'azote.....	184
10.4.2	L'hyperoxie	185
10.4.3	L'intoxication au CO ₂	186
10.4.4	L'intoxication au CO.....	187
10.5	LES ACCIDENTS DE LA PLONGEE LIBRE	189
10.5.1	La syncope hypoxique	189
10.5.2	Le rendez-vous syncopal des 7 mètres	189
10.5.3	L'hydrocution	190
10.6	LA NOYADE.....	190
10.7	L'HYPOTHERMIE	191

11. SITUATIONS PARTICULIERES	193
11.1 PRISE DE MEDICAMENTS ET PLONGEE	193
11.2 PLONGEE ET PRISE DE DROGUES OU ALCOOL	193
11.3 ANXIETE ET STRESS.....	193
12. INTRODUCTION AU SECOURISME.....	195
12.1 APPEL DES SECOURS.....	196
12.2 ADMINISTRATION D'OXYGENE	197
12.3 HYDRATATION	197
12.4 NOTIONS DE REANIMATION DE BASE	198
12.4.1 Evaluer la sécurité du lieu de l'accident (S-A-F-E)	198
12.4.2 Evaluer l'état de conscience	199
12.4.3 Evaluer la respiration	200
12.5 ADMINISTRATION DE SOINS AVEC UN DEA (SI DISPONIBLE).....	202
Se Rappeler le S-A-F-E.....	202
Ne répond pas	202
Ne respire pas normalement.....	202



1. MATELOTAGE ET NAVIGATION

1.1 INTRODUCTION A LA CARTOGRAPHIE

1.1.1 POINTS CARDINAUX

Il existe 4 points cardinaux principaux et 4 points intermédiaires.

Par convention internationale, ils sont désignés par les symboles suivants (repris de la langue anglaise) :

POINTS PRINCIPAUX :

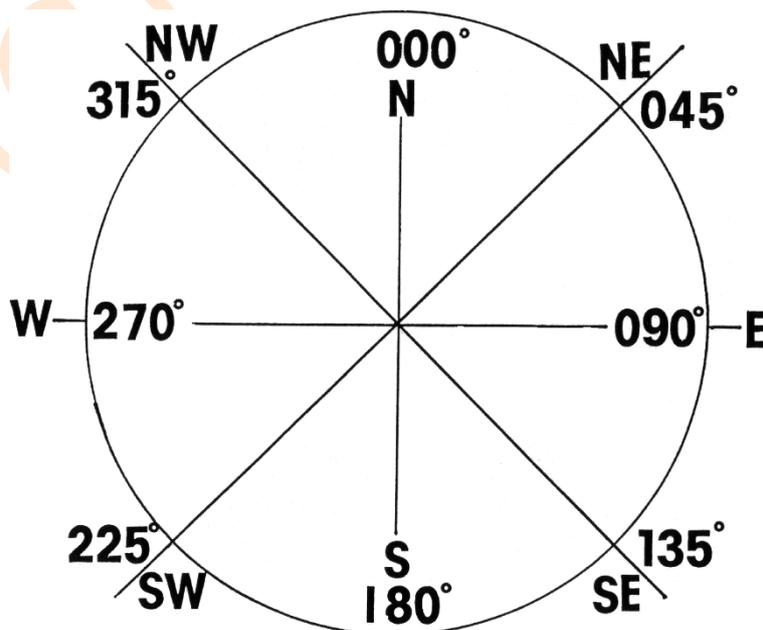
- ◆ N = Nord
- ◆ E = Est
- ◆ S = Sud
- ◆ W = Ouest

POINTS SECONDAIRES :

- ◆ NE = Nord-Est
- ◆ SE = Sud-Est
- ◆ SW = Sud-Ouest
- ◆ NW = Nord-Ouest

Le cap à suivre se donne par un nombre en 0° et 359°.

Il s'exprime par 3 chiffres (ex. cap au 247°, cap au 095°).



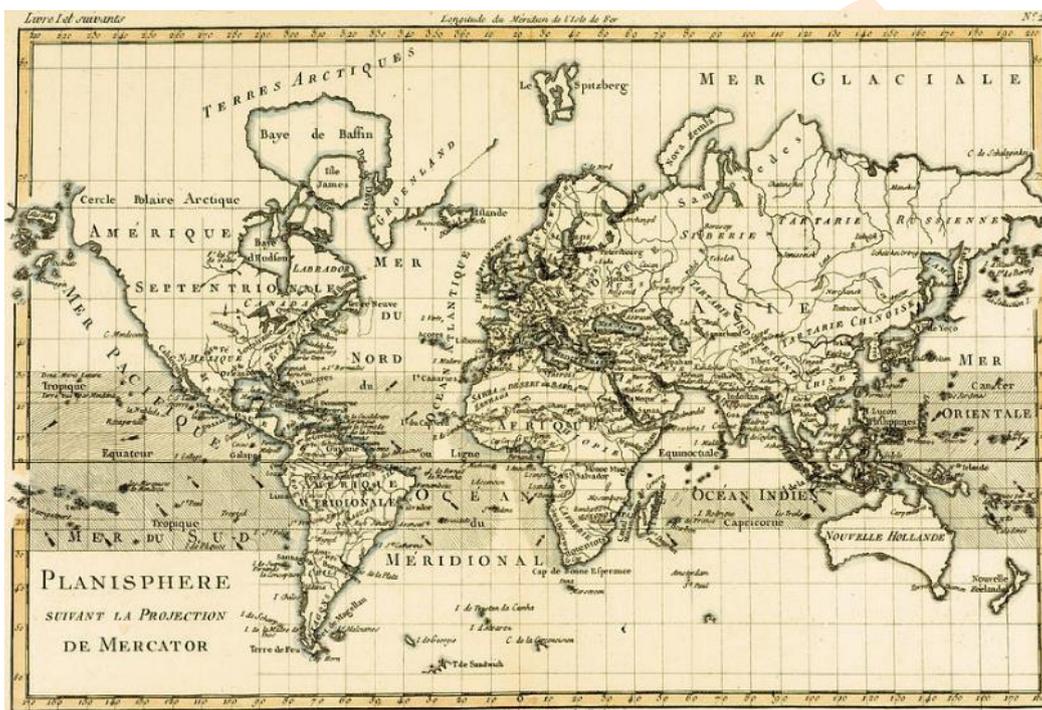
1.1.2 QU'EST-CE QU'UNE CARTE MARINE ?

La carte marine est l'élément de référence qui permet au navigateur :

- ◆ De se positionner.
- ◆ De déterminer un cap à suivre.
- ◆ De connaître les caractéristiques des côtes et des fonds marins.

De plus, pour le plongeur, la carte marine peut permettre de localiser un site de plongée, de connaître la distance à parcourir pour l'atteindre.

Comme il s'agit d'une représentation plane de la surface sphérique du globe terrestre, la plupart des cartes marines sont représentées selon le système de projection MERCATOR. Cette projection fausse les distances mais garde les angles.



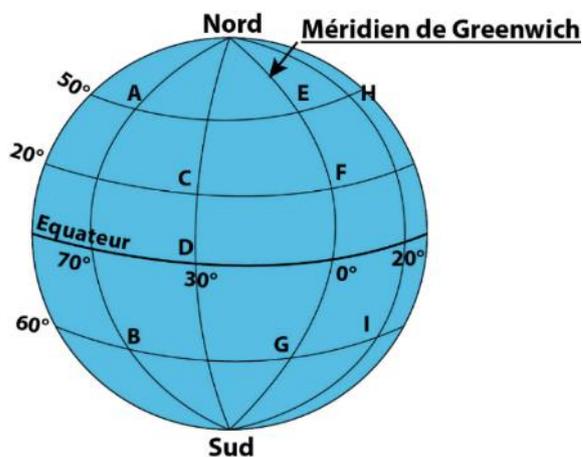
1.1.3 QUELQUES NOTIONS DE BASE

La Terre est une sphère d'environ 40 000 kilomètres de circonférence. Elle tourne d'Ouest en Est autour d'un axe imaginaire qui passe par les pôles Nord et Sud.

L'**Equateur** est une ligne imaginaire, tracée autour de la Terre, à mi-chemin entre les pôles.

Les **Méridiens** sont des cercles imaginaires qui ceignent la Terre d'un pôle à l'autre. Ils sont tous de longueur égale, quelle que soit leur position sur le globe.

Les **Parallèles** sont des cercles imaginaires, qui font le tour de la Terre, parallèlement à l'équateur. Ils coupent les méridiens à angle droit et sont de longueurs inégales.



1.1.4 LES COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES

Les méridiens et les parallèles sont des lignes imaginaires utilisées pour se positionner avec précision sur le globe terrestre. A cet effet, il a fallu déterminer quelles lignes, une verticale et une horizontale, allaient servir de référence pour se localiser.

Un parallèle s'est imposé d'office comme référence car il était le plus grand : l'équateur.

En ce qui concerne les méridiens, comme ils sont tous d'égale longueur, aucun ne s'imposait comme référence. On en a donc choisi un par convention. Il s'agit du méridien de GREENWICH du nom de la ville anglaise qu'il traverse.

L'équateur est utilisé pour déterminer la localisation d'un point par rapport à lui, soit au Nord, soit au Sud. Cette coordonnée géographique s'appelle la LATITUDE. Elle sera donc toujours, soit Nord, soit Sud. Il s'agit de l'angle que fait le rayon de la sphère qui passe par ce point avec le plan de l'équateur.

Toutes les latitudes sont comprises entre 0° et 90° Nord ou Sud. Elles se mesurent en degrés, en minutes et en secondes, sur un méridien ou en millièmes.

Le méridien de Greenwich est utilisé pour déterminer la localisation d'un point par rapport à lui, soit à l'Ouest, soit à l'Est. Cette coordonnée géographique s'appelle la LONGITUDE. Elle sera toujours, soit Ouest, soit Est. Il s'agit de l'angle que fait le méridien qui passe par ce point avec celui de référence.

Toutes les longitudes sont comprises entre 0° et 180° Ouest ou Est. Elles se mesurent sur un parallèle.

Chaque point de la Terre se situe à la fois sur un parallèle et sur un méridien. Pour localiser ces points, on évalue la distance de chacun d'eux par rapport au méridien de référence (Greenwich) et au parallèle de référence (l'équateur). C'est ce qu'on appelle les « coordonnées géographiques ».

1.1.5 LA MESURE DES DISTANCES

La Terre a, par convention, une circonférence de 40 000 kilomètres, qui correspondent à 360°.

En navigation, l'unité de distance est le MILLE marin qui représente un arc d'une minute entre deux points situés sur un méridien ou sur l'équateur.

Pour calculer la longueur d'une MINUTE D'ARC, on divise le « grand cercle » de l'équateur (soit 40 000 000 mètres) par le nombre de degrés exprimés en minutes (soit 360°).

Comme chaque degré compte 60', cela fait : $360 \times 60 = 21\,600'$.

Donc : longueur d'une minute d'arc : $40\,000\,000 : 21\,600 = 1\,851,85185$ (que l'on arrondit à 1 852 mètres).

D'où : une minute de LATITUDE = 1 MILLE marin = 1 852 mètres.

Remarque :

Entre le pôle Nord et le pôle Sud, la Terre est aplatie. Si on devait tenir compte de cela, 1' de latitude, près de l'équateur, équivaldrait à 1 842 mètres et 1' de latitude, près des pôles, équivaldrait à 1 862 mètres.

Pour estimer les distance, cet aplatissement a finalement peu d'importance (10 mètres en plus ou en moins). On considère que la Terre a une circonférence de 40 000 km.

1.1.6 LA MESURE DE VITESSE

L'unité de vitesse, qui se rapporte aux distances exprimées en mille marin, s'appelle le Nœud.

Un Nœud = 1 mille marin à l'heure (1 852 mètres/heure).

Sur les cartes marines, ces mesures sont indiquées comme suit :

En France :

Le mille marin = M

Le nœud = nd

Dans les documents internationaux :

Le mille marin = NM (Nautical Mille)

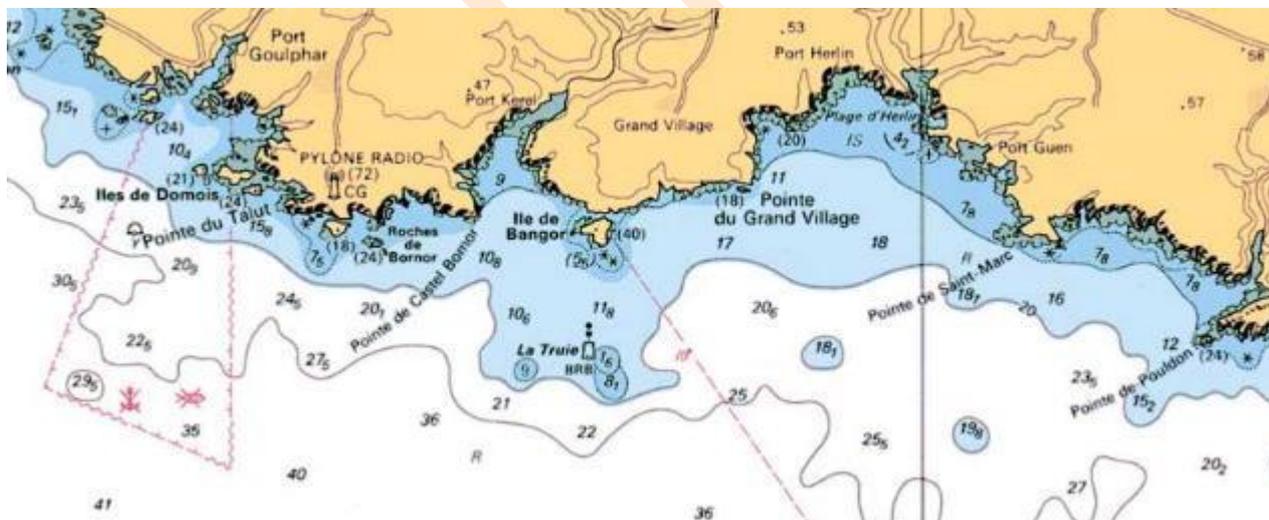
Le nœud = Kt (Knot)

Remarque :

Pour convertir approximativement le mille marin ou les nœuds en kilomètres ou en kilomètres par heure, il faut les multiplier par 2 et en retirer 10 %. Si l'on veut être très précis, on retire 7,5 %, mais le calcul demande plus de rigueur.

1.1.7 LA LECTURE D'UNE CARTE MARINE

Lire une carte marine n'est en soi pas difficile. La lecture d'une carte apporte au plongeur des renseignements immédiats concernant la nature des fonds, les profondeurs, les feux et les balises, l'orientation, les ports, et le calcul des distances. La carte mentionne également des dangers potentiels, de même que des zones où la pratique de la plongée peut être interdite. Un cartouche (i.e. une explication figurant dans un rectangle) repris sur chaque carte donnera au plongeur de précieux renseignements. Par convention, le Nord (nord réel) figure toujours en haut de la carte.



1.1.8 LES MESURES SUR LA CARTE

LES RÈGLES PARALLÈLES :

Elles sont constituées de deux lattes qui peuvent s'écarter et se rapprocher en gardant leur parallélisme.

Elles permettent de mesurer sur la carte des angles de route, ou de relèvement en déplaçant l'instrument du relèvement ou de la route, jusqu'à la rose (la rose des vents ou rose de compas : indique les angles sur 360° ainsi que le nord magnétique et sa déviation) la plus proche imprimée sur la carte.

On aura soin de faire glisser les règles parallèles et de ne pas les faire dérapier. On commettrait alors de grosses erreurs d'angle.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

LA RÈGLE CRAS :

C'est une latte transparente à deux rapporteurs opposés : 0 - 180 180 - 360 permettant de tracer des droites à partir des relevés mesurés.

On place la base du rapporteur sur un méridien ou un parallèle et on lit la valeur de l'angle sur le milieu, on la fera glisser ou pivoter pour faire correspondre méridien (parallèle) valeur de l'angle et la bouée (phare amer) pour soit faire un relèvement, soit tracer une route.

LES COMPAS À POINTE SÈCHE :

Pour mesurer les distances sur la carte, on utilise un compas à pointe sèche soit à branches droites, soit, ce qui est plus commode, un compas à une main (single hand).

Les distances seront toujours prises le long de l'échelle des latitudes, à la même hauteur que la distance à mesurer (projection Mercator), y compris la distance horizontale.

Pour calculer la distance entre deux points, en vue par exemple d'évaluer la durée d'une navigation, on prend à hauteur de la mesure à effectuer la valeur d'une minute ou de plusieurs minutes de Méridien, et sur la ligne droite tracée au crayon entre le point de départ et le point d'arrivée, on reporte cette valeur le nombre de fois que nécessaire.

Pour rappel une minute d'arc de latitude est égale à 1 mille marin, soit 1 852 mètres.

1.1.9 INDICATIONS GÉNÉRALES

L'essentiel des indications se retrouvent dans le cartouche de la carte. Ces indications permettent une lecture efficace de la carte marine.

Une légende reprend (parfois au verso de la carte) des données utiles tant pour la navigation que pour identifier la nature des fonds.

On retrouve dans cette légende une série d'abréviations

1.1.10 LES INDICATIONS DU CARTOUCHE

- ◆ Un numéro unique auprès d'un même éditeur.
- ◆ Le nom de l'éditeur.
- ◆ Le titre de la carte.
- ◆ Les renseignements sur les courants de marées.
- ◆ Les indications des niveaux de référence utilisés pour les profondeurs et les altitudes.
- ◆ L'indication de l'unité de longueur utilisée pour les profondeurs.
- ◆ L'échelle de la carte, calculée pour la latitude moyenne de la carte, puisque l'échelle varie avec la latitude. (Exemple : Pour une échelle de 1/50 000^e, 1 cm sur la carte représente 50 000 cm sur la Terre, soit 500 mètres).
- ◆ La valeur de la déclinaison magnétique pour les différentes zones.
- ◆ L'échelle de conversion des longueurs.
- ◆ L'indication géodésique (WGS 84, ED 50, etc.).
- ◆ Les renseignements sur les données utilisées et le contenu de la carte.
- ◆ L'avertissement à l'utilisateur.
- ◆ La référence d'édition : publication et n^o.
- ◆ Les numéros et dates de corrections (en bas et hors du cadre).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

1.1.11 INDICATIONS SUR LA PARTIE DE LA CARTE REPRÉSENTANT LA TERRE

On s'est limité à mentionner les points remarquables, aisément identifiables de jour depuis le bateau, que l'on appelle les amers :

- ◆ Des sommets.
- ◆ Des églises.
- ◆ Des châteaux d'eau.
- ◆ Des sémaphores.
- ◆ Des phares (pour lesquels sont indiquées les principales caractéristiques : hauteur, portée, couleur, etc.).



1.1.12 INDICATIONS SUR LA PARTIE DE LA CARTE REPRÉSENTANT LA MER

LES SONDES :

Ce sont des nombres qui parsèment la carte et indiquent la profondeur par rapport à ce que l'on appelle le zéro des cartes (Chart Datum).

Les sondes soulignées (2) d'un trait indiquent que l'endroit concerné se situe au-dessus du zéro de la carte.

Le zéro de la carte est la référence de niveau commune pour les mesures de profondeur en mer.

LES LIGNES DE SONDE :

Ce sont des lignes de niveau qui relient tous les points de même profondeur. On les appelle isobathes ou lignes de profondeur. L'écartement de celles-ci donne une indication sur la pente du fond.

LA NATURE DES FONDS :

La nature du fond intéresse le plongeur. On donnera préférence aux fonds rocheux puis couverts de gravier ou sableux en évitant des fonds vaseux.

Elle est indiquée par des abréviations dont voici quelques exemples.

S = Sand = Sable

M = Mud = Vase

R = Rock = Roche

G = Gravel = Gravier

Wd = Weed = Herbe

So = Soft = Mou

Ils sont mentionnés par leurs signes conventionnels et l'indication éventuelle de leurs sondes ou positions.

1.1.13 MÉTHODES DE REPÉRAGE DES POINTS DE PLONGÉE

Il est important de pouvoir se repérer en mer.

Dans le cadre de la plongée, il est intéressant de pouvoir situer avec précision un site intéressant (et ce d'autant plus s'il est de taille réduite et en pleine mer, comme c'est le cas pour une épave). Les techniques ancestrales de repérage se basaient sur les alignements.

Un alignement consiste à faire coïncider (« superposer ») deux points remarquables, encore appelés « amers ».

Un amer est un point remarquable repéré sur la côte ; il doit bien évidemment être fixe et durable dans le temps (pylône, construction). Plus il est ponctuel, plus il est fiable.

Deux alignements forment une enseigne (à noter que le terme n'existe dans aucun document officiel, mais son usage est des plus courants) ; idéalement, les deux alignements doivent former un angle le plus proche possible de 90° ; l'angle n'est en tout cas pas valable si $< 30^\circ$ ou $> 150^\circ$.

La précision de ce type de repérage était sommaire pour l'utilisateur occasionnel.

L'évolution de la technologie a rendu la géolocalisation accessible et précise. Actuellement, le prix accessible du GPS marin permet une localisation possible au mètre près. Clairement, il s'agit d'une révolution de la localisation notamment des espaces de plongée mais aussi dans la localisation de son utilisateur en général permettant de tracer aisément la route à suivre.

Le GPS (Global Positioning System), est un système permettant la localisation en tous lieux grâce à un récepteur (le boîtier) et un ensemble de plusieurs satellites (leur grand nombre augmentera la précision).

Il existe deux façons d'utiliser un GPS pour la localisation d'un point de plongée :

- ◆ Le point est localisé. Il sera encodé et permettra d'y revenir et/ou de le localiser sur une carte marine.
- ◆ Le point est connu par ses coordonnées. Celles-ci seront encodées dans le GPS. Au départ de sa position actuelle, une route à suivre pourrait être tracée conduisant l'utilisateur à l'endroit de plongée choisi.

Mais attention le GPS est un outil électronique qui risque de tomber en panne (de batteries par exemple).

La carte et l'aptitude du navigateur à se repérer sont des garanties supplémentaires.

1.2 INTERPRÉTATION D'UN BULLETIN DE MÉTÉO

Avant de partir plonger et surtout si le site est exposé, il est indispensable de prendre une série de renseignements. Il existe divers moyens de disposer d'un bulletin météo : capitainerie, Internet, VHF (Canal 16) ... Mais souvent, rien ne vaut l'écoute des gens du coin.

Il existe trois types de bulletin météo : le bulletin régulier (rédigé et publié à heures fixes), les avis type Bulletin Météo Spécial (en cas d'annonce importante de modification de conditions météo), bulletin sur rivage (en France).

L'interprétation des données relève uniquement du plongeur et est liée à la zone de plongée spécifique.

Ce qui nous intéresse comme plongeur :

- ◆ L'état de la mer.
- ◆ L'intensité du vent.
- ◆ La direction du vent.
- ◆ La visibilité

Ce sont des éléments essentiels à posséder pour permettre une analyse des conditions de plongée et en garantir la sécurité. Ces éléments sont à contextualiser. Il ne faut donc pas se contenter de la météo du jour mais aussi des conditions météo des jours écoulés et de l'évolution prévue.

ECHELLE DE BEAUFORT & ETAT DE LA MER								
Aspect de la mer dont on déduit la force du vent	Chiffre Beaufort	Termes descriptifs	Vitesse limite en nœuds	Vitesse en km/h	Hauteur probable des vagues en mètres	Code	Termes descriptifs	Hauteurs en mètres
Comme un miroir.	0	Calme	< 1	< 1	0	0	Calme	0
Quelques rides.	1	Très légère brise	1 - 3	1 - 7	0,1 (0,1)	1	Calme (ridée)	0,1
Vaguelettes ne déferlant pas	2	Légère brise	4 - 6	8 - 12	0,2 (0,3)	2	Belle	0,1-0,5
Les moutons apparaissent	3	Petite brise	7 -10	13 - 20	0,6 (1)	3	Peu agitée	0,5-1,25
Petites vagues, nombreux moutons	4	Jolie brise	11 - 16	21 - 30	1 (1,5)	4	Agitée	1,25-2,5
Vagues modérées, moutons, embruns	5	Bonne brise	17 - 21	31 - 41	2 (2,5)	5	Forte	2,5 - 4
Lames, crêtes d'écume blanche, embruns	6	Vent frais	22 - 27	42 - 50	3 (4)	6	Très forte	4 - 6
Lames déferlantes, traînées d'écumes	7	Grand frais	28 - 33	51 - 61	4 (5,5)	7	Grosse	6 - 9
Tourbillons d'écume à la crête des lames, traînées d'écume.	8	Coup de vent	34 - 40	62 - 76	5,5 (7,5)	8	Très grosse	9 -14
visibilité réduite par les embruns	9-10	Fort coup de vent	41 - 47	77 - 88	7 (10)	9	Énorme	> 14
"	.	Tempête	48 - 55	89 -104	9 (12,5)	.	.	.
"	11	Violente tempête	56 - 63	105 -120	11,5 (16)	*	Hauteurs moyennes des vagues bien formées	.
"	12	Ouragan	> 64	> 120	> 14	.	grosses vagues bien formées.	.

Il existe un moyen pratique pour transformer l'échelle de Beaufort en vitesse.

$$B \times (B+1) = +/- \text{ km/heure}$$

Ex : 5 Beaufort = 5 X (5+1) = +/- 30 km/h.

Il existe un moyen pratique de transformer l'échelle de Beaufort en hauteur de vague ;

$$B \times (B-1)/ 10 = +/- X \text{ mètres.}$$

1.2.1 EN QUOI L'INTERPRÉTATION D'UN BULLETIN MÉTÉO SERT-ELLE À L'ACTIVITÉ DE PLONGÉE SOUS-MARINE ?

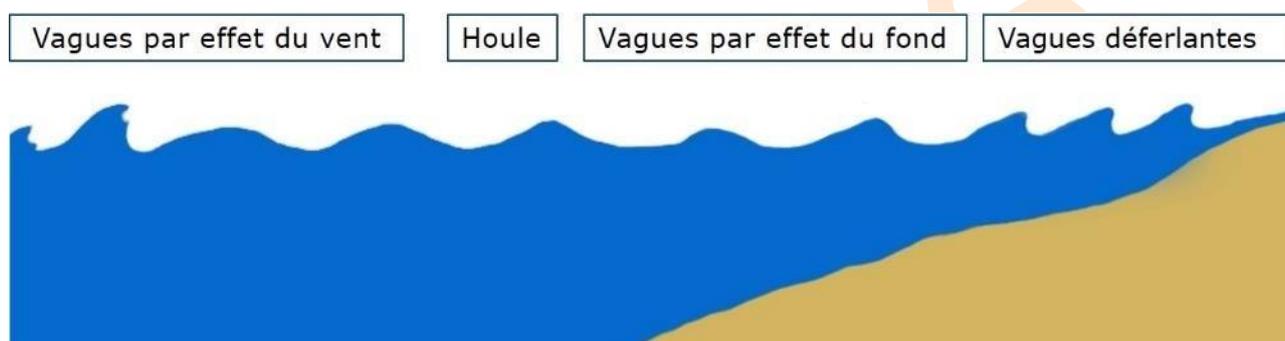
Depuis l'aube des temps, les hommes ont regardé le ciel pour essayer de comprendre le temps qu'il allait faire. L'observation va rapidement permettre aux hommes de se faire une bonne idée sur le temps à venir. Des constatations simples permettent de faire de petites prévisions locales.

On arrive aussi à se faire une bonne idée de la force du vent en regardant bouger les arbres, les vagues sur un lac ou la mer.

1.3 LA VAGUE

Les vagues influencent également l'organisation de la récupération des plongeurs. La présence de vagues incitera les plongeurs à évoluer par exemple éloignés de la roche, des récifs, des ilots, etc.

La vague, si elle est forçissante, pourrait avoir une incidence sur l'organisation de la décompression. Mais aussi sur la difficulté à repérer les bouées de signalisation.



1.4 LE VENT

Le vent prend naissance à cause des différences de pressions entre des lieux voisins. Le vent est défini par une direction (0° = Nord, 90° = Est) et une vitesse exprimée en nœuds ou en Beaufort pour les marins.

1 nœud = environ 0,5 m/sec. La vitesse du vent se mesure avec un anémomètre et sa direction avec une girouette. La direction du vent (d'où vient le vent) doit me permettre d'envisager de plonger à l'abri ou d'organiser la récupération des palanquées.

Il existe deux sortes de vent : le vent météo et le vent local. Le vent météo est engendré par les centres de pression/dépression. Le vent local est généré par l'échauffement/refroidissement local des surfaces (ex : brise de terre/mer). Le vent local peut devenir plus fort que le vent météo.

L'intensité du vent impactera sur l'importance des vagues. Ces dernières pourraient nuire à la qualité de la navigation qui devra donc être adaptée. Pour des débutants, la plongée est tolérable si le vent souffle entre 3 à 4 Beaufort maximum. Pour des plongeurs confirmés, il est raisonnable de se limiter à un maximum de 5 à 6 Beaufort.

Pour information, quelques vents régionaux connus :

SIROCCO :

C'est un vent chaud qui souffle du sud ou du sud-est à l'avant des dépressions qui se déplacent d'ouest en est à travers la Méditerranée. Ce vent sec et chaud prend naissance au Sahara.

MISTRAL :

C'est un vent du nord-ouest ou du nord qui souffle de la terre sur la côte de la Méditerranée de l'Ebre jusqu'à Gênes.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

LEVANT :

C'est un vent d'est tiède et humide qui souffle sur la Provence, les Alpes du sud, le Roussillon et la Corse.

TRAMONTANE :

C'est un vent du sud-ouest soufflant sur le bas Languedoc.

LIBECCIO (LEBECCHIO) :

C'est un vent du sud-ouest soufflant sur la Côte d'Azur, la Corse et l'Italie.

1.5 LA HOULE

Le vent, la vague, etc., sont à l'origine de la houle.

La houle est la résultante d'un vent qui a soufflé à un endroit éloigné. Il s'agit d'une onde résiduelle. Plus le vent a été intense, plus longtemps il a soufflé et plus grande était la surface touchée (le « fetch »), et plus la houle est importante. La houle est donc à distinguer des vagues qui résultent du vent présent.

1.6 L'ÉTAT DE LA MER

L'état de la mer est la résultante de la houle et des vagues. On ne plonge plus lorsque l'état de la mer donne des creux de plus de 2,5 mètres car cela augmente les risques :

- ◆ De mise à l'eau et de récupération.
- ◆ De stabilité sur le bateau et des risques de blessure qui y sont liés.
- ◆ De visibilité des bouées de repérage ou de plongeurs en surface.
- ◆ De mauvaise décompression.

1.7 LA VISIBILITÉ

Les brouillards résultent de la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique en gouttelettes qui restent en suspension dans l'air en quantité suffisante pour réduire la visibilité à moins de 1 km.

Une visibilité réduite rendra la navigation périlleuse mais aussi augmentera le risque de ne pas voir les plongeurs en surface ou les plongeurs le bateau.

1.8 EMPLOI DES TABLES ET DU CARNET DE MARÉES

On ne plonge pas quand on veut lorsqu'on plonge dans une mer à marée. La marée est une variation périodique du niveau de la mer.

Il existe deux systèmes, basés soit sur un coefficient, soit sur une hauteur d'eau.

COEFFICIENT (Côtes françaises) :

A chaque marée correspond un chiffre entre 20 (plus petit marnage connu et 120 (plus grand marnage connu).

HAUTEUR D'EAU (Côtes belges et Zélande) :

Hauteur d'eau en plus (marée haute) ou en moins par rapport au niveau de référence. Le marnage est égal à l'addition de deux hauteurs d'eau successives (marée haute + marée basse).

Pour choisir le jour de plongée, on choisira évidemment les plus petits coefficients ou les plus faibles variations de hauteur d'eau car la force du courant sera la plus faible.

LES MARÉES ET LEUR MÉCANISME :

Il existe plusieurs types de marée. Sur nos côtes, la marée est semi-diurne.

Pleine mer (PM) et basse mer (BM).

La mer monte pendant 6 heures 12. C'est la marée montante, qu'on appelle le FLOT ou le FLUX.

A la fin du flot, le niveau reste quasi constant pendant un court moment. Ce moment s'appelle l'ÉTALE de pleine mer (PM). Le mouvement va alors s'inverser et la mer va descendre pendant 6 heures 12. C'est la marée descendante, qu'on appelle le JUSANT ou le REFLUX. A la fin du reflux, le niveau reste à nouveau constant pendant un moment. C'est l'ÉTALE de basse mer (BM) et le cycle recommence. L'écart vertical (hauteur d'eau) entre la marée basse et la pleine mer se nomme le marnage.

LA MARÉE ET LES ASTRES :

Les acteurs des marées sont la Terre, la Lune et le Soleil. La Terre en tournant sur elle-même, la Lune en tournant autour de la Terre, et la Terre en tournant autour du Soleil influencent les marées.

Les vives eaux :

Les périodes où les 3 astres sont alignés s'appellent la SYZYGIE. Pendant ces périodes, l'attraction est beaucoup plus forte, ce qui entraîne une élévation des eaux plus importante donc, un marnage très élevé provoquant des marées plus importantes et des courants marins beaucoup plus forts. Ce sont les phases de « Pleine Lune » ou de « nouvelle Lune ».

C'est dans ces périodes de syzygie qu'on retrouve les coefficients les plus élevés (de 80 à 120). Il n'est pas prudent de plonger pendant ces périodes.

Les mortes eaux :

La Lune et le Soleil forment un angle droit avec la Terre, les forces se contrarient, les marées sont faibles et le marnage est minimum. Ce sont les phases du « Premier quartier » et du « Dernier quartier ».

Les périodes où les 3 astres sont en angle droit s'appellent la QUADRATURE. Pendant ces périodes, l'attraction est faible. Ce sont des périodes de petites marées et par conséquent de marnage bas. Ce sont les périodes idéales pour plonger.

LES CARNETS DE MARÉES :

Traduction du carnet de marées de Zélande :

- ◆ Doodtijd = mortes eaux.
- ◆ Springtijd = vives eaux.
- ◆ Herleidingstabel = tableau de correction en minutes des heures d'étales pour un endroit donné par rapport au port de référence pour lequel le carnet est établi (le plus souvent Wemeldinge).
- ◆ H. W. = hoogwater = marée haute.
- ◆ L. W. = laagwater = Marée basse.
- ◆ NAP : Noormal Amsterdams peil = niveau de référence = hauteur d'eau moyenne à Amsterdam.
- ◆ EK = eerste Kwartier : premier quartier.
- ◆ LK = laatste Kwartier : dernier quartier.
- ◆ VM = volle Maan : pleine Lune.
- ◆ NM = nieuwe maan : nouvelle Lune.
- ◆ ZT = zomertijd : heure d'été : indique que les heures sont corrigées en fonction du passage à l'heure d'été.

Il est à noter qu'il peut y avoir un décalage entre les marées les plus fortes et les temps de pleine lune et de nouvelle lune, car les fonds marins influencent également les mouvements d'eau. Aussi, les marées sont très différentes d'un endroit à l'autre dans le monde. Alors que les marnages en Zélande sont d'environ 3,5 m maximum, dans le Finistère (Bretagne) on peut atteindre 8 m, alors qu'en méditerranée l'amplitude n'est que d'environ 50 cm.

De manière générale, on se met à l'eau environ 20 minutes avant une marée basse, et environ 40 minutes avant une marée haute. Selon les sites des indications plus précises existent.

ATTENTION : Au-delà de 0.25 m/s (0,5 Kt) de courant, il est inutile de tenter de plonger

Remarque :

Des logiciels sont dédiés à fournir localement les vitesses de courant, seul paramètre réellement utile.

SPRINGTIJ / DOODTIJ		
	Doodtij	Springtij
Maand	Dag	Dag
Januari	16, 29	8, 23
Februari	14, 28	6, 21
Maart	16, 30	8, 23
April	14, 29	7, 21
Mei	14, 28	7, 20
Juni	12, 27	5, 19
Juli	11, 27	4, 18
Augustus	9, 25	3, 17
September	8, 24	1, 16, 30
Oktober	7, 23	15, 30
November	6, 21	14, 28
December	6, 21	14, 28

N.B. Met de invoering van de zomertijd is bij de samenstelling der tafels reeds rekening gehouden. Sommer-Zeit berücksichtigt. Heure d'été inclus.

Op sommige plaatsen van de kust (bijv. langs het zuidelijke deel van de kust van Zuid-Holland) treedt na de (vrij snelle) daling van het zeeniveau en het bereiken van de laagste stand eerst een lichte stijging en daarna weer een lichte daling op en pas daarna treedt de eigenlijke rijzing van de vloed in. We vinden daar dan dus in een tijdsruimte van enkele uren twee laagwaterstanden, gescheiden door een geringe verheffing van het zeeniveau. Dit verschijnsel wordt 'agger' of 'dubbel laagwater' genoemd. Het treedt vooral op de dagen omstreeks springtij.

-- 4 --

DECEMBER 2019				
datum	hoogwater		laagwater	
	h min MET	NAP +cm	h min MET	NAP -cm
1 zo	6.25	178	0.00	132
	18.45	190	12.25	154
2 ma	7.00	165	0.40	124
	19.30	176	13.10	153
3 di	7.35	150	1.20	116
	20.15	159	13.55	147
4 wo EK 07.59	8.25	134	2.15	106
	21.10	144	14.45	139
5 do	9.20	119	3.15	99
	22.15	136	15.55	133
6 vr	10.35	116	4.25	99
	23.30	142	17.00	133
7 za	11.50	127	5.35	105
	—	—	18.05	137
8 zo	0.35	156	6.35	114
	12.50	143	19.00	142
9 ma	1.25	170	7.25	122
	13.40	159	19.45	146
10 di	2.05	181	8.05	129
	14.20	172	20.25	149
11 wo	2.40	191	8.45	136
	15.00	185	21.00	151
12 do VM 06.15	3.20	197	9.25	142
	15.40	194	21.35	151
13 vr	4.00	199	10.00	148
	16.20	200	22.20	150
14 za	4.40	197	10.40	153
	17.00	202	23.00	147
15 zo	5.20	191	11.25	157
	17.40	201	23.45	143

-- 28 --

HERLEIDINGSTABEL		
	H.W.	L.W.
Antwerpen stad	+0.15	+1.19
Bath	-0.10	+0.20
Borssele	-1.10	-0.50
Breskens	-1.37	-1.13
Bruinisse	+0.03	+0.01
Cadzand	-2.07	-1.35
Colijnsplaat	-0.08	-0.07
Den Oever	+5.04	+4.58
Dordrecht	+1.04	+3.46
Dover	-4.00	-2.45
Goese Sas	--	--
Gorishoek	-0.01	-0.01
Hansweert	-0.28	-0.21
Harlingen	+6.16	+7.13
Hoedekenskerke	-0.55	-0.40
Hoek van Holland	-1.00	-1.28
Kats	-0.01	-0.01
Oostende	-2.46	-2.16
Oosterscheldedam buiten	-1.38	-1.25
Oosterscheldedam binnen	-0.26	-0.14
Scheveningen	-0.35	+0.47
Stavenisse	-0.03	-0.03
Terneuzen	-1.16	-0.47
Vlissingen	-1.37	-1.13
Walsoorden	-0.20	-0.21
Westkapelle	-1.57	-1.31
Yerseke	--	--
IJmuiden	+0.06	+2.01
Zeebrugge	-2.36	-2.06
Zierikzee	-0.08	-0.07

Verklaring: -- = vroeger, + = later.

-- 5 --

DECEMBER 2019				
datum	hoogwater		laagwater	
	h min MET	NAP +cm	h min MET	NAP -cm
1 zo	6.25	178	0.00	132
	18.45	190	12.25	154
2 ma	7.00	165	0.40	124
	19.30	176	13.10	153
3 di	7.35	150	1.20	116
	20.15	159	13.55	147
4 wo EK 07.59	8.25	134	2.15	106
	21.10	144	14.45	139
5 do	9.20	119	3.15	99
	22.15	136	15.55	133
6 vr	10.35	116	4.25	99
	23.30	142	17.00	133
7 za	11.50	127	5.35	105
	—	—	18.05	137
8 zo	0.35	156	6.35	114
	12.50	143	19.00	142
9 ma	1.25	170	7.25	122
	13.40	159	19.45	146
10 di	2.05	181	8.05	129
	14.20	172	20.25	149
11 wo	2.40	191	8.45	136
	15.00	185	21.00	151
12 do VM 06.15	3.20	197	9.25	142
	15.40	194	21.35	151
13 vr	4.00	199	10.00	148
	16.20	200	22.20	150
14 za	4.40	197	10.40	153
	17.00	202	23.00	147
15 zo	5.20	191	11.25	157
	17.40	201	23.45	143

-- 28 --

Exemplaire réservée exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

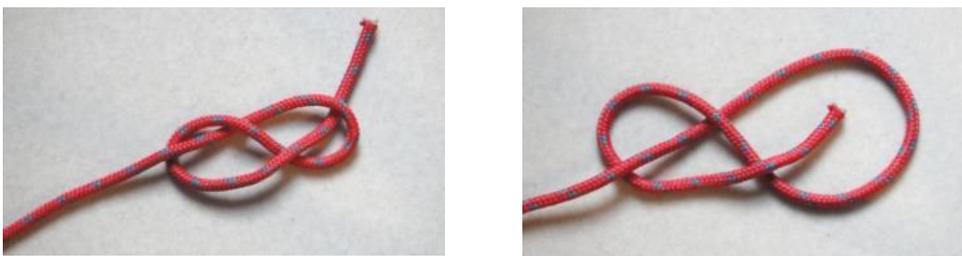
1.9 QUELQUES NŒUDS

1.9.1 NŒUD PLAT



Ce nœud est utilisé pour joindre deux extrémités de corde de même diamètre et de même texture. Il est parfois difficile à dénouer surtout s'il a été mouillé.

1.9.2 NŒUD DE HUIT



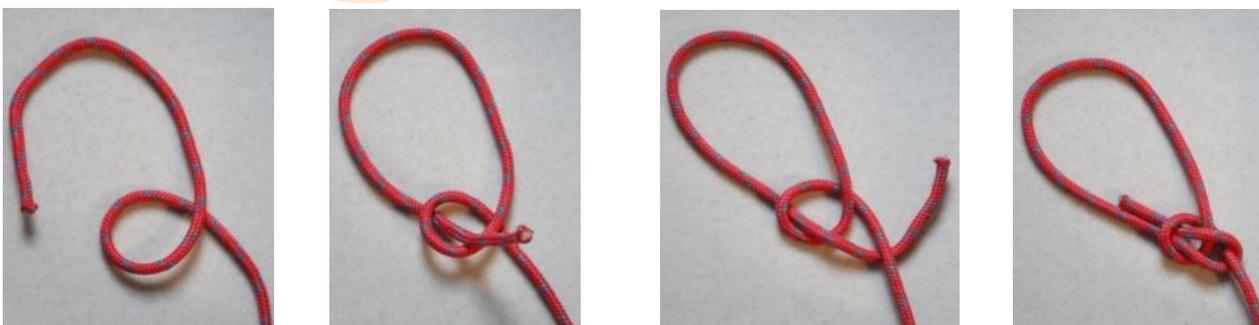
Il évite qu'une corde nous glisse des mains.

1.9.3 NŒUD DE CABESTAN



Il sert à fixer un bout à une mâture, bastingage, une bite d'amarrage ou un organeau. Le nœud peut être sécurisé par une demi-clé.

1.9.4 NŒUD DE CHAISE



Il permet d'obtenir une boucle qui ne glisse pas et ne se serre jamais même avec la plus grande force. Il peut être défait facilement.

© Photos des nœuds : E. Dassonville

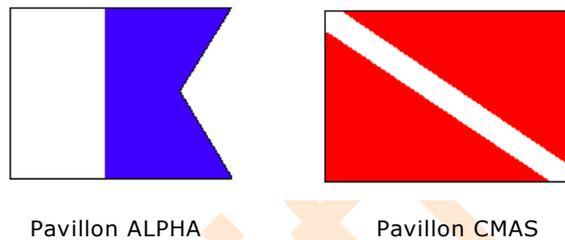
1.10 NOTIONS DE NAVIGATION

Auparavant, les plongeurs s'associaient souvent en petits groupes pour organiser des sorties au départ de petites embarcations. Il était dès lors important si pas légalement imposé d'avoir des notions précises de navigation. Maintenant, les centres de plongée mettent à notre disposition des embarcations pilotées par des hommes de métier.

Toutefois, quelques notions de navigation permettent aux plongeurs de haut niveau de comprendre les manœuvres, notamment.

1.11 LES PAVILLONS

Afin de signaler la présence de plongeurs sur un site, et donc d'inviter les embarcations croisant dans les parages à la prudence, le bateau de plongée hisse le pavillon A (Alpha), blanc et bleu (« *scaphandrier en plongée, tenez-vous à distance et avancez prudemment* »). Est également utilisé, mais moins couramment, le pavillon rouge à bande diagonale blanche CMAS (« *plongeurs sous-marins en immersion* »).



1.12 LE BALISAGE

1.12.1 INTRODUCTION

La direction du balisage est toujours envisagée du large vers la terre lorsqu'il s'agit des marques qui jalonnent un chenal ou qui signalent une entrée de port ou de rivière. La direction du balisage mer continue vers l'intérieur des terres. Et donc, venant des terres vers le port marin, c'est l'inverse.

Le système de balisage utilisé aujourd'hui est celui adopté par l'IALA (International Association of Lighthouse Authorities). Il couvre le monde entier qui est divisé en deux zones : A et B. Qu'il soit en zone A ou en zone B, un chenal est jalonné par des marques rouges ou vertes, mais :

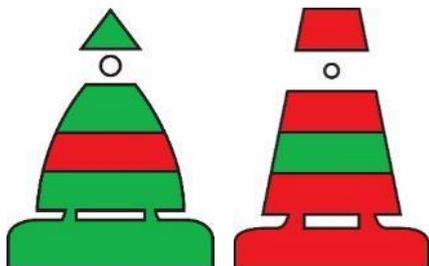
- ◆ Dans la zone A :
 - ✓ Marques rouges = Bâbord
 - ✓ Marques vertes = Tribord
- ◆ Dans la zone B :
 - ✓ Marques vertes = Bâbord
 - ✓ Marques rouges = Tribord

La zone A comprend : le monde entier à l'exception de la zone B

La zone B comprend : l'Amérique du Nord, l'Amérique Centrale, l'Amérique du Sud, le Japon et les Philippines. Ce système est rendu effectif depuis 1990.

On trouve cinq types de marques :

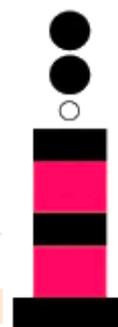
1. Les marques latérales.
2. Les marques cardinales.
3. Les marques de danger isolé.
4. Les marques d'eaux saines.
5. Les marques spéciales.



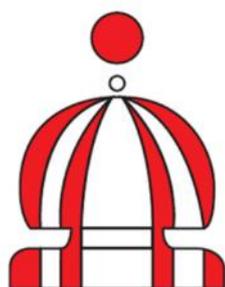
Les marques latérales



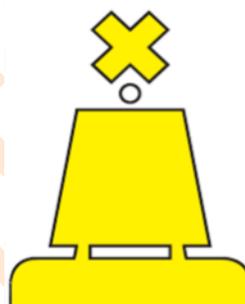
Les marques cardinales



Les marques de danger isolé



Les marques d'eaux saines



Les marques spéciales

De jour : on les identifie par la forme, la couleur et le voyant.

De nuit : on les identifie par la couleur et le type de feux

1.12.2 LES MARQUES LATÉRALES

Les balises peuvent être :

- ◆ Fixes (tourelles ou espars)
- ◆ Flottantes (bouées).

Chez nous, les marques que l'on doit laisser à tribord sont : de forme conique et de couleur verte et de nombre impair (1 tri co vert)

Les marques que l'on doit laisser à bâbord sont : de forme cylindrique, rouges et coiffées d'un voyant cylindrique rouge et de nombre pair (2 ba cy rouge)

1.12.3 LES MARQUES CARDINALES

Une marque cardinale indique la présence d'un obstacle souvent de hauts fonds. La forme et la couleur du voyant indiquent le bord sur lequel il convient de passer.

Une balise Nord indique donc qu'il faut passer au Nord de la balise.

LE NORD :



Les deux pointes du cône sont tournées vers le haut.
Le noir est en haut.

LE SUD :



Les deux pointes du cône sont tournées vers le bas.
Le noir est en bas.

L'EST :



La pointe du cône supérieur est tournée vers le haut et celle du cône inférieur, vers le bas.
Le noir est de part et d'autre de la bande jaune.

L'OUEST :



Les deux pointes se touchent.
Le noir est entre les deux bandes jaunes.

Petit moyen mnémotechnique : le cône de la balise EST ressemble à un E de Est et le cône de la balise OUEST ressemble à un W (sur le côté) comme West (Ouest en anglais).

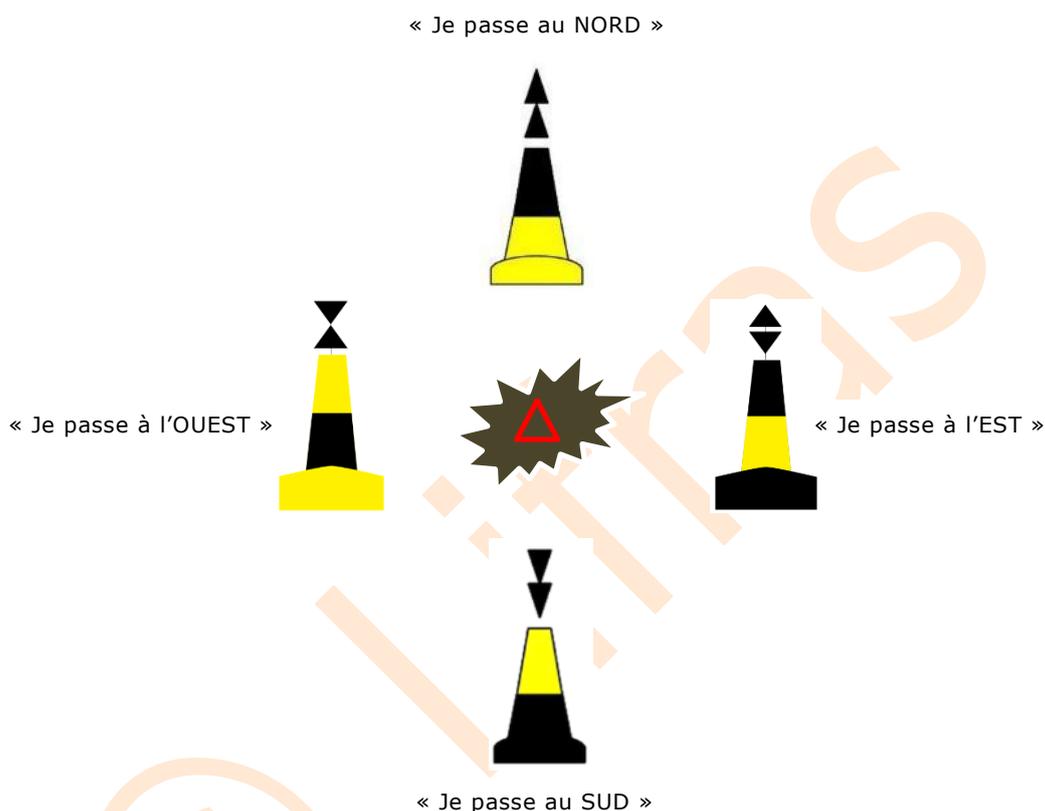
La nuit, le feu des balises cardinales est blanc et scintillant.

NORD : Scintillement continu (position 12 heures, donc Nord)

EST : Scintillement à 3 éclats (position : 3 heures, donc Est)

SUD : Scintillement à 6 éclats et un long (position : 6 heures, donc Sud)

OUEST : Scintillement à 9 éclats (position : 9 heures, donc Ouest)



Les balises servent à délimiter une zone dangereuse et sont disposées par rapport au cadran géographique qu'elle indique. Une cardinale Nord est déposée au nord du danger et le navigateur qui veut éviter ce danger doit passer au nord de la cardinale.

1.12.4 LES MARQUES DE DANGERS ISOLÉS

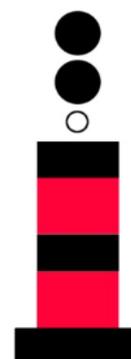
Elles sont placées au-dessus :

- ◆ De hauts fonds isolés.
- ◆ D'épaves.
- ◆ De rochers, entourés d'eaux saines.

Elles sont à bandes horizontales rouges et noires, avec 2 boules noires comme voyant.

Elles peuvent être laissées à bâbord ou à tribord.

La nuit : feu à 2 éclats.

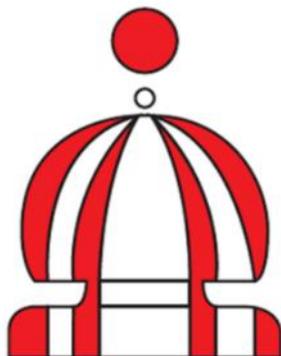


1.12.5 LES MARQUES D'EAUX SAINES

Elles sont placées dans les zones sans danger.

Elles sont à bandes blanches et rouges, avec un voyant rond rouge.

La nuit : feu de couleur blanche isophasé à occultations.



1.12.6 LES MARQUES SPÉCIALES

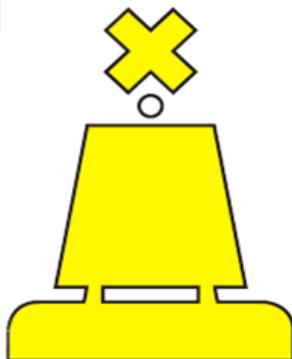
Elles ont pour objet de délimiter des zones où la navigation est réglementée ou interdite, telles que :

- ◆ Les zones d'exercices militaires.
- ◆ Les zones de mouillage.
- ◆ Les sorties d'émissaire, canalisation déversante ou cours d'eau.
- ◆ La présence de câbles sous-marins.

Couleur : jaune

Voyant : forme de X jaune

La nuit : feu jaune d'un rythme quelconque.



1.12.7 MAIS AUSSI

Le marquage d'accès de plage est constitué par un ensemble de bouées en demi-sphère. Il s'agit d'une zone pour nageurs et interdite aux bateaux. Le chenal de cette zone a les mêmes formes que le système latéral (conique à tribord et cylindrique à bâbord mais de couleur jaune).

1.12.8 LES FEUX DE NUIT

Les feux des bateaux, de nuit comme de jour (Visibilité réduite) ne clignotent jamais. Ils sont fixes. A bâbord, on trouve le ROUGE et à tribord le VERT. Les feux de mat et d'arrière sont blancs. L'angle d'ouverture des feux permet d'identifier le positionnement du bateau.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Les feux à terre (Phares) sont toujours clignotants. Le rythme du clignotement varie de même que la couleur. Pour identifier la source lumineuse et connaître l'objet balisé, il y a lieu de consulter la carte marine, les instructions nautiques et leur mise à jour ou le bloc marin du lieu.

En plongée, les feux de nuit indiquant la présence de plongeurs en plongée sont trois éclairages superposés : rouge blanc rouge.

1.13 LES RÈGLES DE ROUTE

Les règles de route correspondent en quelque sorte au code de la route pour la navigation et plus particulièrement les règles de priorité entre deux ou plusieurs bateaux.

Plusieurs options de croisement de bateaux sont envisageables : croisement, rencontre ou dépassement.

La plongée se conçoit plutôt au départ d'une embarcation à moteur. Dès lors et également pour avoir des notions élémentaires de participation aux manœuvres mais surtout pour les comprendre, nous nous limitons aux règles pour les bateaux à moteur.

1.13.1 QUELQUES PRINCIPES DE BASE

Un bateau à moteur doit s'écarter de la route :

- ◆ D'un bateau qui n'est pas maître de sa manœuvre.
- ◆ D'un bateau qui navigue à la voile.
- ◆ D'un bateau à capacité restreinte de manœuvre (pêche, plongée, etc.).

Deux bateaux qui se font face doivent s'écarter par tribord. Ils s'éloignent donc l'un de l'autre. De nuit, les pilotes des bateaux se laissant chacun sur bâbord voient leurs feux rouges respectifs.

Lorsqu'un bateau rattrape un autre bateau, il peut le dépasser par l'un ou l'autre côté. Mais il est important qu'au moment du dépassement, il n'oblige pas le bateau rattrapé à faire une manœuvre d'écartement.

Lorsqu'un bateau croise un autre bateau :

- ◆ Soit le bateau arrive sur tribord : il faut s'écarter de la route, ne pas le croiser, si possible, et donc éventuellement passer par l'arrière.
- ◆ Soit le bateau arrive sur bâbord : le bateau arrivant alors n'a pas priorité et devra croiser donc par l'arrière.

Lorsque l'on décide d'une manœuvre, il faut l'exécuter franchement ne laissant aucun doute sur ses intentions. L'anticipation en navigation est essentielle.

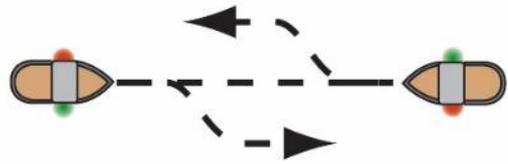
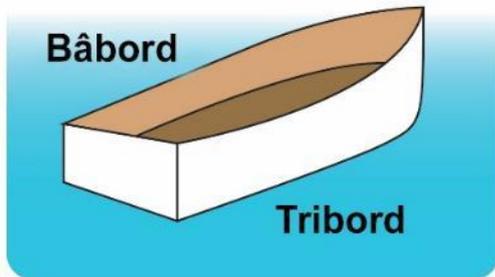
Les signaux sonores sont réglementés mais ont pour objectif d'éviter un accident.

Pour rappel en usage radio : MAYDAY MAYDAY MAYDAY s'utilise lorsque le bateau est sous la menace d'un danger grave nécessitant une assistance immédiate (par exemple feu à bord, explosion, il coule, etc.).

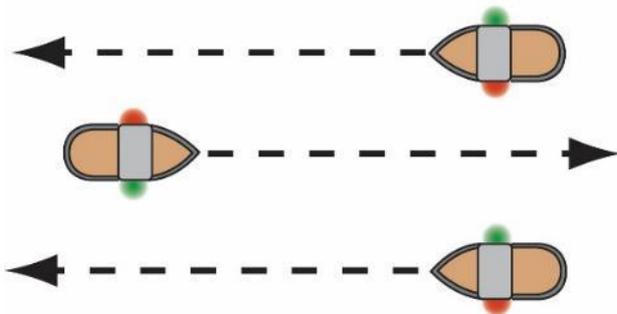
En plongée, une demande d'assistance immédiate se fait en utilisant le PAN PAN PAN.

En absence de moyen radio, on utilise tout signal de détresse visuel.

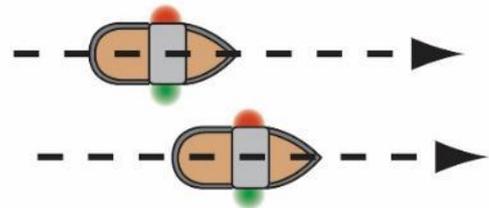
Le GSM ne remplace pas la VHF. En effet, l'assistance peut être prêtée par un navire proche étant à l'écoute radio. Cette écoute n'est pas possible au GSM.



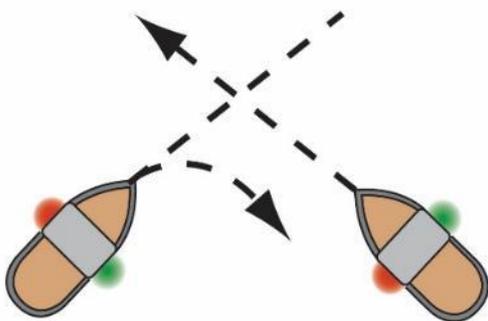
Si vous voyez tous les feux droits devant vous, virez à tribord.



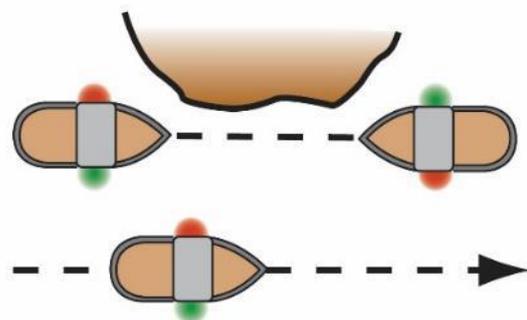
Rouge sur rouge, vert sur vert ne faites rien mais restez vigilants



Que vous doutiez ou que vous soyez sûr, restez vigilants et prêts à agir



Si vous voyez du rouge à tribord, ne l'obligez jamais à vous demander la priorité



Si vous êtes vraiment en danger, faites machine arrière ou ... arrêtez-vous.

2. LA BIODIVERSITÉ

2.1 INTRODUCTION

La Lifras s'associe à la CMAS dans sa contribution à préserver, protéger et restaurer le monde sous-marin tel que nous le connaissons ou l'avons connu. Il est important de préserver le plus grand nombre possible d'espèces (Biodiversité) et les écosystèmes à forte biodiversité, comme les récifs coralliens et les forêts de varech. Toutes ces menaces sont tellement réelles que nous pourrions nous dire : « Que puis-je faire en tant que plongeur individuel ». La réponse est relativement simple. Seul, nous n'arriverons à rien mais ensemble ...

Nous sommes une force économique. Le comportement de tous influence notre environnement. Une absence de considération à son égard peut avoir un fort impact local, national et même international. Notre attitude et notre mode de vie, par exemple, peuvent être cruciaux pour le futur.

2.2 L'HOMME, LA CAUSE DES PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX

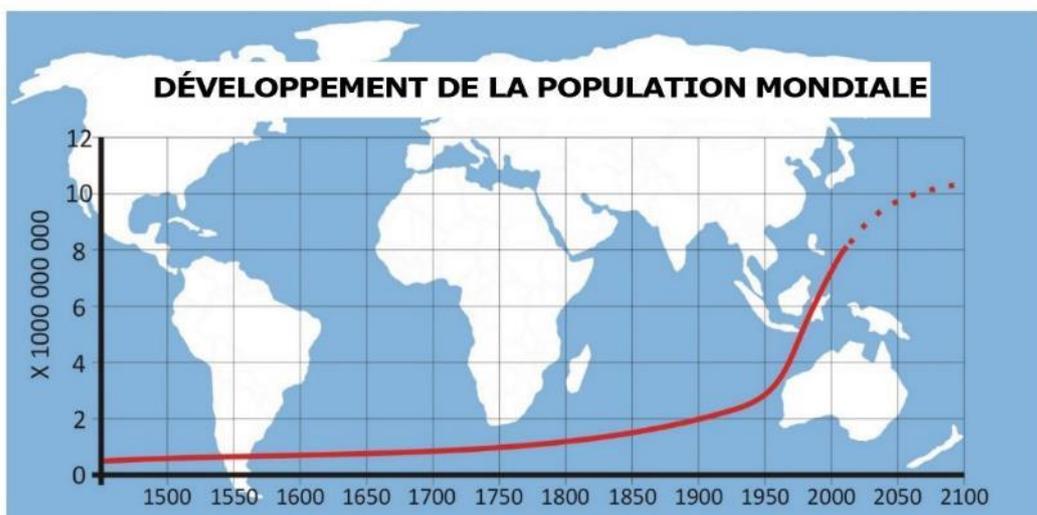
L'être humain, pour des considérations éthiques ou religieuses, se considère comme un être à part et au sommet de la pyramide des êtres vivants.

D'un point de vue biologique, c'est une autre histoire. L'homme (*Homo sapiens*) est un mammifère omnivore, qui se distingue des autres mammifères terrestres par sa position de marche sur ses pattes arrière et ayant des pouces opposables. En plus, la taille de son cerveau ne peut être comparée qu'avec celle des dauphins.

L'Homme s'est placé sur un piédestal et a tendance à s'estimer comme l'espèce la plus réussie sur terre.

Quelques remarques peuvent être faites sur cet autoportrait.

- ◆ Si l'on considère le nombre d'individus, le nombre d'espèces et la quantité totale de biomasse, les arthropodes sont beaucoup plus nombreux et s'adaptent à beaucoup plus d'écosystèmes que les mammifères.
- ◆ En raison des dispositifs techniques, l'homme peut entrer dans chaque écosystème et causer des dégâts. Mais dans de nombreux domaines, nous ne sommes pas capables d'y survivre pendant une longue période.
- ◆ Si nous dessinons un graphique reprenant le nombre d'hommes sur terre en fonction des années, nous constatons une courbe ascendante conséquente (en forme de J). Nous avons donc en même temps au même endroit une augmentation importante de la population.



Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Une telle courbe s'apparente à une « épidémie » : développement ultra rapide, influence sur l'environnement et disparition en masse. Ceci est causé par une combinaison de famine, de maladies et de luttes au sein de l'espèce.

La question cruciale est de savoir si l'humanité, en utilisant son intelligence supérieure unique, est capable d'infléchir cette courbe pour conduire à une population stable et de maintenir ou de restaurer les divers écosystèmes qui nous entourent.

Avant de regarder d'abord les défis de notre environnement, quelques remarques générales sur les connaissances que nous avons aujourd'hui de ce sujet.

2.3 LA CROISSANCE

En 1972, un groupe de chercheurs, de diplomates et de dirigeants industriels publie le livre « Limites à la croissance ». Cette initiative privée aborde l'aspect d'une répartition inégale de la richesse et de la pauvreté. Les méthodes de production non durables et l'utilisation des combustibles fossiles constituent, au fil du temps, une menace pour la vie sur terre ou au moins la survie de l'homme en tant qu'espèce.

Les conclusions sont controversées. Une autre approche prétend que le débat sur la pauvreté et la richesse est un débat politique et non environnemental. Il fait valoir que la pollution est acceptable jusqu'à un certain point et que celle-ci peut être résolue au moins par nos solutions technologiques.



Poubelle sur une plage en République dominicaine – © Ron Offermans

De nombreuses recherches ont été conduites sur l'influence humaine sur le climat. Les États-Unis investissent beaucoup d'argent pour la recherche sur les effets possibles du changement climatique ou pour la recherche de la preuve du « rien ne se passe ». Dans ce sens, une tendance indique que les changements extrêmes de notre climat relèvent de variations naturelles. Une tendance est un changement statistique éprouvé sur une période plus longue, comme le nombre croissant d'ouragans, la fonte de la glace polaire et les glaciers dans les montagnes centrales comme les Alpes et les records croissants de chaleur et de sécheresse.

Ceux qui nient les problèmes environnementaux ont des ressources de communication excellentes et presque illimitées. De nombreuses pages sur « le canular du climat » foisonnent sur Internet, parfois même soutenues par des leaders mondiaux.

Le résultat de cette attitude sous-entend qu'il existe encore des doutes à l'échelle mondiale sur le changement climatique et donc sur la nécessité d'intervenir.

Les 40 dernières années ont révélé des problèmes et imposent une réaction à tous les niveaux.

Dans le cadre de la collaboration internationale, plusieurs rapports ont été rédigés prouvant que le changement climatique est réel.

- ◆ Le premier était le rapport Brundtland « Notre avenir commun » de la Commission mondiale de l'environnement et du développement (WCED¹)* de 1987 (nommé d'après leur président de comité et le Premier ministre norvégien, Go Harlem Brundtland).

Le rapport traite de tous les éléments de l'effet humain sur l'environnement. Le rapport ne regarde pas les humains dans leur environnement immédiat mais bien dans un environnement plus large comme par exemple sur les océans et l'Antarctique.

Le chapitre sur les océans, entre autres, traite de l'importance des océans dans la collecte des débris humains (les soi-disant évier). Nous concluons que la quantité et la complexité notamment des déchets chimiques dépassent la capacité de traitement et d'absorption des océans.

L'importance des océans est ainsi mise en avant. La masse d'eau couvre 70 % de la surface de la terre et a un effet d'amortissement sur les conditions météorologiques extrêmes (par exemple, le rôle des flux du gouffre).

Les océans sont une source de nourriture et de minéraux, mais d'abord une source d'oxygène.

Les algues, et surtout le phytoplancton, sont, avec les jungles tropicales, les poumons de notre planète.

Après le déversement des déchets, la pêche excessive est le plus gros problème. En 1987, on prétendait déjà que les espèces visées par les captures intensives ont une survie menacée.

Le contrôle de la surpêche est également traité dans le rapport Brundtland. Les pays doivent agir eux-mêmes, pour soulager la pression sur leurs eaux côtières. A cela, il faut ajouter des traités internationaux qui doivent empêcher l'épuisement et la pollution des eaux internationales.

- ◆ Après le rapport Brundtland, les Nations Unies ont mis en place un comité permanent pour la recherche des changements climatiques et des conseils. Cet IPCC² (Groupe international sur les changements climatiques) a publié depuis lors cinq rapports sur l'influence humaine sur le milieu et ses effets à long terme. Ce faisant, il s'avère impossible d'obtenir une cohérence complète sur tous les facteurs et toutes les conséquences des actions humaines d'une manière scientifiquement acceptée.

Malheureusement, ces rapports sont aussi un outil disponible pour ceux qui nient les problèmes environnementaux comme le changement climatique. Les débats sur les éléments des études sont utilisés pour disqualifier le travail dans son ensemble justifiant qu'une action n'est pas nécessaire ou simplement doit être très limitée.

Si nous pensons de la sorte et ignorons l'avis du monde scientifique, nous nous mettons en difficulté.

Par les conférences internationales, les parties travaillent sur des traités internationaux pour réduire l'échappement des gaz à effet de serre. Le protocole de Kyoto de 1997 a été la première étape. Mais l'incapacité à obtenir un meilleur accord en 2012 permettant une extension du protocole jusqu'en 2020 est un autre signe. En 2007, le GIEC³ a reçu le prix Nobel de la paix pour la qualité de ses rapports.

En 2014, le cinquième rapport du groupe a conclu pour la première fois que le changement climatique est provoqué, en partie, par l'action humaine.

Mais que se passe-t-il ? De quoi parlons-nous exactement ?

L'ancien vice-président des États-Unis Al Gore a rendu les rapports du GIEC accessibles au grand public notamment par son livre et son film « La vérité gênante ».

Dans ce livre, plusieurs effets environnementaux sont présentés de manière claire et évaluable. Il aborde quelques pistes pour le monde sous-marin. En raison du réchauffement, des tremblements de terre se produisent. Les glaciers et les glaces polaires fondent et les réserves d'eau douce se réduisent.

* : Voir information fin du chapitre.

Tout ceci concourt à une élévation progressive du niveau de la mer ce qui engendre une menace sur les récifs coralliens dans le monde entier.

En 2015, la Conférence de Paris a adopté un accord remplaçant le Protocole de Kyoto. Il prévoit des mesures solides pour maintenir le réchauffement climatique inférieur à 2 °C. L'accord de Paris offre de l'espoir, mais hélas, aucune certitude.

La menace sur les récifs coralliens est un bon exemple de la complexité du changement climatique. Le corail ne sera pas impacté par la montée des eaux mais celle-ci influence les îles coralliennes qui disparaîtront dans l'océan en détruisant le biotope des espèces vivantes du littoral ou celles qui en dépendent comme par exemple, les tortues marines.

À côté de l'élévation du niveau de la mer, il est clair que le nombre d'orages tropicaux augmente. Ces orages peuvent être dévastateurs pour le corail si les récifs n'agissent plus comme des barrières protectrices.

En plus, les coraux subissent des températures plus élevées et blanchissent.

De nombreux pays ont réagi à l'appel international d'actions. C'est le cas par exemple du réseau Natura 2000⁴ de l'Union Européenne qui dispose de la conservation et la protection du milieu marin en Europe et dans une partie des Caraïbes.

2.4 QUELQUES SUJETS

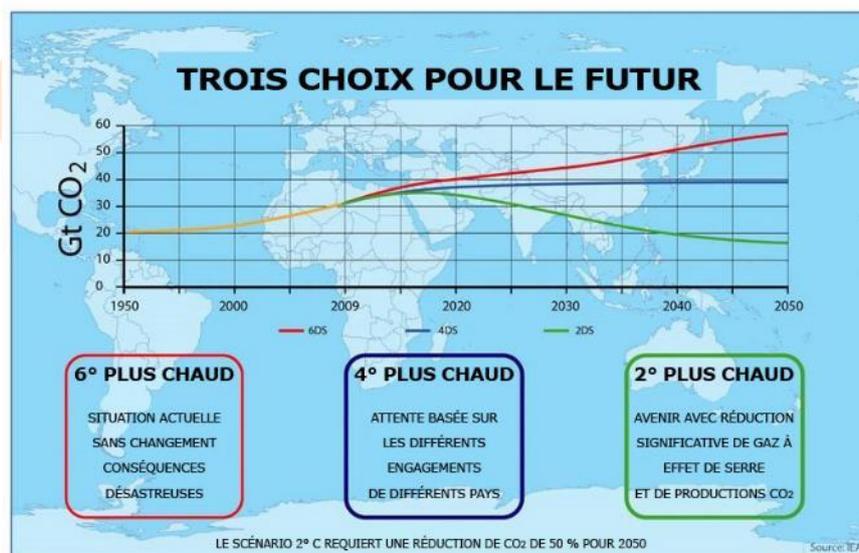
2.4.1 RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

La révolution industrielle de la fin du 18^e siècle fut un tournant dans l'histoire de l'homme. Les combustibles fossiles sont alors utilisés pour le fonctionnement des machines à vapeur.

Avec l'introduction de ceux-ci, la production de masse est devenue une réalité, ce qui a donné un coup de fouet au bien-être.

Les effets en grande concentration du dioxyde de carbone et d'autres gaz comme le méthane (combinés sous le nom de gaz à effet de serre) restent alors inconnus. Mais certains effets sont déjà qualifiés de dangereux.

Le Soleil chauffe la Terre. Nous parlons d'énormes quantités d'énergie, ce serait désastreux si elle restait sur terre. Heureusement, l'atmosphère agit comme un miroir, reflétant la plupart des énergies dans la galaxie.



La couche d'ozone est la partie la plus importante de ce miroir. Les gaz à effet de serre dans l'air limitent cette réflexion, avec pour conséquence qu'une partie de la chaleur solaire reste sur notre planète. Sans l'effet des gaz à effet de serre, notre planète serait trop froide pour être habitée, mais la quantité croissante de gaz à effet de serre entraîne l'effet inverse.

L'échappement des gaz est la cause de l'effet de serre. Comme résultat, le monde se réchauffe lentement. Depuis 1880, les températures ont été mesurées systématiquement constatant une augmentation moyenne annuelle de 0,85 °C. Ce processus est réparti de manière inéquitable sur la superficie de la Terre. La Terre se réchauffe plus rapidement que la mer et sur terre, ce réchauffement diffère d'un endroit à l'autre.

Ce changement a des conséquences graves. Des prédictions exactes sont impossibles, mais heureusement en appliquant quelques principes de la modélisation des estimations assez précises peuvent être réalisées. Ces évolutions possibles sont appelées scénaris.

Le premier changement est évident : quand l'atmosphère se réchauffe, la glace fond. Les premiers à constater cette situation sont les animaux qui vivent sur la glace, comme les ours polaires.

Trois effets du réchauffement climatique :

- ◆ La superficie glacière est importante. La fonte des glaces provoque une élévation de niveau des eaux. La menace touche le monde entier ...
- ◆ Pour nous plongeurs, nous pourrions être amenés à constater la disparition sous eau des stations insulaires populaires du Pacifique.
- ◆ La chaleur provoque la réduction de zones agricoles. La production alimentaire mondiale se réduit.
- ◆ La fonte des glaciers provoque une pénurie d'eau douce, nécessaire pour l'agriculture, le bétail et l'eau de refroidissement dans l'industrie et les centrales électriques.



Saint Domingue – Soupe de plastique – © Ron Offermans

La rapidité avec laquelle notre globe se réchauffe dépend des mesures que nous prenons.

L'Agence internationale de l'énergie est l'institut leader dans le domaine des scénaris futurs. Sur base de leurs modèles, une augmentation de 6 °C est annoncée pour 2050. Mais il est possible de réduire cette augmentation à 4 °C ou même 2 °C, mais cela nécessite d'énormes efforts et une collaboration internationale.

2.4.2 POLLUTION DES OCÉANS

Pendant des milliards d'années, l'eau s'est écoulee vers la mer en transportant des débris. Ces écoulements contenaient des matériaux organiques et inorganiques que les rivières ont transportés jusque dans les océans. Compte tenu de la petitesse de la superficie de la Terre en comparaison de l'étendue des océans, ce transport de débris n'avait pas d'importance. Les océans avaient une capacité suffisante de recyclage.

Mais l'arrivée des engrais chimiques agricoles, de l'industrialisation et de l'augmentation de la population a détérioré lentement la situation. Les mers ne sont plus capables d'absorber cette pollution.

Malheureusement, nous avons trainé à reconnaître ces problèmes. Pourquoi ?

2.4.3 IGNORANCE

La plupart des pollutions commencent par l'ignorance. Il faut souvent un certain temps avant de réaliser l'impact d'un comportement. Pendant ce temps, la pollution se développe et s'installe.

Par exemple, les navires. Ils ont besoin de fret pour rester stables. S'ils n'ont pas de cargaison, ils se chargent d'eau en remplissant leur ballast. Lorsque cette eau est déplacée de manière non naturelle, l'eau peut être elle-même une source importante de pollution. L'eau peut être mélangée à des restes d'huiles ou de produits chimiques contenus dans les cales. Il s'agit alors à la vidange des ballasts d'une pollution directe.

Un autre type de pollution survient également lors du transport des espèces contenues dans ces eaux embarquées levant ainsi les barrières naturelles. Ce fut le cas par exemple pour la jarretière américaine, le crabe de mitaines chinois (*Eriocheir sinensis*) ou encore certaines algues.



Crabe chinois – © Ron Offermans

Un autre exemple de pollution est l'utilisation de la peinture sur la coque des navires. Certaines contiennent de l'étain qui résiste parfaitement à la corrosion par l'eau salée et comme anti-encrassement (Antifouling). Par contre, les particules libérées par la peinture sont très toxiques pour les invertébrés et induisent un changement de sexe chez les limaces. Les femelles développent des organes génitaux masculins, avec donc une reproduction plus lente qui ne suffit pas pour garantir la survie de l'espèce. Ces changements pour les limaces et les escargots s'appellent imposex⁵. L'Europe a maintenant banni ces peintures. Mais il a fallu attendre longtemps pour convaincre de cet impact.

2.4.4 SON

Le monde du silence n'existe plus par l'arrivée de l'homme et de ses constructions flottantes (des navires avec des moteurs lourds) ou de ses équipements industriels lourds comme des plates-formes pétrolières. Quelques espèces, comme les mammifères, produisent des sons sous l'eau que l'homme peut relever. Ces animaux communiquent de la sorte. Cette communication est nécessaire pour la cohésion des groupes sociaux, pour la reproduction à la recherche et la découverte de proies. Sous l'eau, le son parcourt d'énormes distances. Le bruit, produit par l'homme, perturbe les espèces allant même jusqu'à menacer leur survie, comme c'est le cas de plusieurs espèces de baleines. Dans l'aspect global de la pollution, ce problème environnemental est souvent négligé.



Bruit – © Ron Offermans

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

2.4.5 HUILE

Les substances huileuses flottent en surface réduisant ou annihilant les contacts avec l'atmosphère. Le contact direct avec l'huile peut causer des maladies ou la mort. La première grande catastrophe environnementale a été causée par le pétrolier Torrey Canyon qui s'est échoué en 1967 sur les rives anglaises. 120 000 tonnes d'huile ont été rejetées en mer. Les oiseaux ont été piégés par les huiles et le goudron. Cet élément visuel a généré une forte publicité à cette catastrophe. Ce fut là un tournant. Depuis lors, la pollution des mers et des océans est devenue un sujet sérieux et appréhendé avec sérieux sur le plan international.

En 2010, une autre grande catastrophe a choqué la conscience mondiale : l'explosion sur la plate-forme de forage Deep Horizon, dans le golfe du Mexique.

Le brut a coulé librement dans la mer pendant de nombreux jours. Les estimations sur la quantité déversée varient entre 6,4 et 16 millions de litres par jour.

Habituellement, l'idée « pollueur-payeur » n'avait jamais été activée sauf dans ce cas : BP, propriétaire de Deep Horizon, a versé une indemnité de 7,8 milliards de dollars aux parties privées et a convenu en 2015 d'un règlement de 18,7 milliards de dollars avec plusieurs États côtiers des États-Unis.

2.4.6 PLASTIQUE

Le plastique se décompose à peine, et flotte facilement. Pensez aux sacs, bouteilles, ballons et styromousse. On parle maintenant de mer de plastique ou « Ocean Soup ». Il s'agit d'une zone de la taille de la France.



Sac plastique sur un récif corallin à Cebu, Philippines - © Rob Koool

2.4.7 GAZ À EFFET DE SERRE – INFLUENCE DU CO₂

Les gaz à effet de serre, principalement le dioxyde de carbone (CO₂) se retrouvent également dans la mer. En partie, ils sont transformés en oxygène et en hydrates de carbone par les plantes. Les océans sont, tout comme les jungles, les poumons verts de la terre. La partie non transformée est la base de l'acide carboxylique. Lentement, les mers et les océans s'acidifient. Certains organismes sont beaucoup plus vulnérables que d'autres. Les espèces ayant un squelette exo (extérieur), comme les coraux et les escargots, sont parmi les premières victimes.

2.4.8 DÉCHETS CHIMIQUES

- ◆ La pollution chimique est complexe. La première question est celle où elle est générée. Parfois, la source est un point assez distinguable où les produits chimiques hautement concentrés sont déversés.
- ◆ Les déchets organiques sont déversés dans les égouts, ce qui conduit à des circonstances anaérobies.
- ◆ La pollution diffuse est un autre point critique. Il s'agit souvent d'une pollution « inconsciente » mais effective sur plusieurs zones et souvent en même temps. Les exemples sont les engrais et les substances toxiques utilisés en agriculture.
- ◆ Les déchets nucléaires et les métaux lourds sont autant d'autres sources de pollution.



Plastique – © Ron Offermans

Nous utilisons des systèmes d'alerte biologique en plus des analyses chimiques. L'un de ces systèmes d'alerte biologique (réveil) est une forte croissance ou une diminution de certaines espèces.

2.4.9 PILLAGE

L'homme rassemble sa nourriture. Nos compétences nous permettent d'améliorer l'exploitation des plantes et des animaux pour en faire des aliments. Nous fabriquons des vêtements, produisons des médicaments et construisons des abris. Et nous pouvons les apprécier comme art ou gadgets.

Toutefois, ces comportements ont un impact énorme sur notre environnement une nouvelle fois.

Un des types d'épuisement environnemental est la surpêche. En utilisant nos possibilités technologiques supérieures, nous pouvons trouver et récolter des aliments partout et avec une grande efficacité. Pensez aux bateaux de pêche, devenus de plus en plus gros et efficaces. Pensez aussi aux dispositifs de repérage des bancs de poissons.



Surpêche – © Ron Offermans

Un exemple de pillage consiste à pêcher avec une poutre : procédé où un filet est tiré sur le fond remuant le sol et récupérant tout de la sorte. Moins de la moitié de ce qui est remonté est utilisé. Le reste est rejeté dans la mer. La technique utilisée endommage considérablement les captures rendant les chances de survie minimales. La statistique belgo-hollandaise estime que 30 % des marsouins (*Phocoena phocoena*) des zones côtières meurent par le fait d'avoir été pris à titre accessoire.

Mais heureusement les temps changent. Les importantes prises accessoires ne sont plus acceptées. Des recherches pour optimiser la réduction de prises accessoires sont en cours. Par exemple, la pêche passive avec le filet dressé réduit les prises accidentelles et est donc une bonne option. Ces développements ne sont pas guidés uniquement par des préoccupations environnementales. Et c'est regrettable. En effet, le dragage exige beaucoup d'énergie, et donc beaucoup de carburant (coûteux). Des méthodes comme la pêche passive nécessitent beaucoup moins d'énergie et peuvent être réalisées à des coûts beaucoup plus faibles. Ce sont donc bien souvent des intérêts financiers qui priment et non écologiques.

Et puis dans nos captures, nous n'optimisons pas notre consommation. Il y a trop de rejet. Nous perdons de vue que nous modifions l'écosystème par nos interventions. A titre d'exemple, citons les requins considérés comme dangereux oubliant que la plupart des espèces sont inoffensives et concourent à la préservation de l'écosystème. Les actions de protection à leur égard sont anecdotiques. Notre désintérêt peut prendre des formes encore plus conséquentes. Le kelp de pêche, une spécialité japonaise, n'est pas au centre des préoccupations et ce à tort. Cette industrie destructrice par une récolte illimitée peut détruire les écosystèmes complets.

Nous avons là aussi un rôle à jouer.

Lors de la chasse sous-marine, l'objectif est d'attraper le plus grand ou le plus gros. La place de ces animaux au sommet de la chaîne alimentaire, et le fait que ce sont souvent les animaux à l'âge de reproduction est un problème en soi.

Les plongeurs peuvent aussi causer des dommages conséquents. N'est-il pas préférable de se lancer dans la chasse aux images d'animaux vivants ?

Pour terminer, mentionnons le comportement stupide de certains plongeurs qui se sentent obligés de prélever des coraux, des coquillages, etc., pour finalement les abandonner les vacances terminées.

2.4.10 EFFET DOMINO

Nous avons abordé les problèmes environnementaux les plus importants.

En réalité, la cause n'est bien souvent pas unique. Nous relevons une combinaison de facteurs qui conduisent à un effet domino, provoquant la mort d'une ou plusieurs espèces « par procuration ».

Exemple 1 :

À titre d'exemple, examinons la situation du Rhin qui traverse le delta néerlandais pour terminer dans la mer du Nord. Le saumon (*Salmo Salar*) et l'esturgeon (*Acipenser sturio*) y ont disparu dans les années cinquante du siècle dernier. Par contre, la truite brune (*Salmo trutta*) a pu subsister.

Il y a là un amalgame de facteurs :

- ◆ La rivière est polluée par des détergents, des sels et des métaux lourds.
- ◆ Le chargement de la rivière par une trop grande quantité de substances organiques entraîne une diminution du taux d'oxygène.
- ◆ Les toxines organiques et les détergents affectent les capacités olfactives du saumon, rendant la chasse difficile et retrouver les lieux de frai, presque impossibles.
- ◆ En outre, la surpêche dans les rivières joue un autre rôle important.
- ◆ L'extraction du sable et du gravier dans les hauteurs supérieures des rivières détruit les frayères de diverses espèces.
- ◆ En raison des barrages sur la côte de Hollande, les poissons ne peuvent plus nager en amont pour se reproduire.



John Day Dam passage du poisson sur la rivière Columbia, USA.

Devant ces constats, des actions ont été prises, en particulier dans la lutte contre la pollution. La situation se rétablit très lentement. La qualité de l'eau améliorée entraîne le retour d'autres poissons. Les barrages qui protègent les terres ne sont pas démontés, mais des affluents artificiels sont construits pour servir de passage alternatif pour les poissons, etc.

L'ouverture de grands barrages (et les fermant bien sûr lorsque la marée augmente) aide à restaurer l'habitat naturel dans les prochaines années. L'élevage de poissons contribuera à cette reprise. En Allemagne, de jeunes saumons sont élevés et relâchés dans le Rhin, dans l'espoir que, indépendamment, les poissons adultes reviennent. Il existe également un projet visant à restaurer la population de l'esturgeon dans le Rhin.

Exemple 2 :

Dans les mers tropicales, le blanchiment des coraux est un phénomène sérieux. Certaines espèces de coraux vivent ensemble (Symbiose) avec des algues unicellulaires, les zooxanthelles. La combinaison de corail et d'algues fournit les couleurs exotiques de certains coraux. Le corail présente l'avantage que l'oxygène et les substances organiques, produites par les zooxanthelles, peuvent être absorbés. De l'autre côté, le corail offre une protection et du dioxyde de carbone aux zooxanthelles.



Blanchiment du corail – © Ron Offermans

Une augmentation de la température conduit le corail à expulser les Zooxanthelles. Cette augmentation ne peut être que minimale de 1 °C par rapport à la moyenne annuelle. Mais cela est déjà suffisante pour entamer le processus.

Le corail disparaît alors que les zooxanthelles disparaissent, d'où le terme de « blanchiment des coraux ». Après la perte de zooxanthelles, les polypes coralliens meurent également. Ce phénomène s'étend sur une zone de dizaines, voire des centaines de kilomètres.

L'effet « domino » augmente l'effet. Certains des facteurs qui causent la mort du corail sont :

- ◆ La diminution de l'oxygène lorsqu'il y a trop de zooplancton. (Ce qui est à cause de la surpêche).
- ◆ L'acidification.
- ◆ La pollution chimique.
- ◆ L'augmentation de la sédimentation.
- ◆ La sensibilité accrue aux infections bactériennes.



Le blanchiment à cette échelle est le résultat de l'activité humaine. La nature a une grande résilience et il existe suffisamment d'exemples où la récupération s'est produite. Les jeunes polypes s'installent sur des coraux morts et construisent lentement une nouvelle colonie. Cela prend beaucoup de temps pour atteindre ce nouvel état. Mais dans les circonstances actuelles, le temps manque. Le corail ne se rétablira pas.

2.4.11 LES IMPACTS SUR LA BIODIVERSITÉ ET L'ÉVOLUTION DES POLITIQUES

Il reste encore beaucoup à savoir. Le nombre d'espèces vivantes dans nos océans est inconnu. Mais l'homme cherche à améliorer ses connaissances et dès lors interagir du mieux possible.

WoRMS⁶ (World Register of Marine Species) est un site internet qui inventorie les connaissances. Les concepteurs du site au début ont imaginé l'enregistrement d'au moins 230 000 espèces. Dans l'illustration montrée, on indique combien d'espèces ont été décrites depuis 1 750 par les scientifiques. Ce nombre augmente chaque jour. Chaque espèce est décrite et fait l'objet d'une place dans le système et un lien vers d'autres études scientifiques. Lorsqu'elles sont disponibles, il existe également des images.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

La découverte de nouvelles espèces ne permet pas de déterminer leur futur. Ces plantes ou ces animaux vivent-ils dans un écosystème sain et stable ? Quelles sont leurs chances de survie ?

Une institution scientifique internationale, l'UICN (l'Union internationale pour la conservation de la nature), mène des recherches sur le nombre d'espèces marines. Elle estime à un million d'espèces sur les récifs et 10 millions supplémentaires en haute mer. L'UICN examine en particulier les menaces, mais aussi les solutions potentielles. Dans ce but, ils publient la soi-disant « Liste rouge », une liste d'espèces menacées d'extinction. Une liste reprend pour chaque type le risque d'extinction. En plus des informations générales et de leur nombre, l'UICN publie aussi des « espèces étonnantes ». Dans ce cas, l'espèce sera présentée et les conditions particulières seront expliquées plus en détail. Dans l'exemple montré, le poisson empereur du Mexique a un statut vulnérable à l'échelle de la Liste rouge et est donc menacé.

Certaines espèces souffrent extrêmement de la surpêche. Un exemple est le thon rouge du Pacifique (*Thunnus orientalis*) et le poisson chinois (*Takifugu chinensis*). Ce dernier est le favori sur la liste des menus japonais. Au cours des 40 dernières années, la population de cette espèce a diminué de 99,9 %.

Il est difficile de fournir un nombre exact d'espèces en train de disparaître. Cela nécessiterait une analyse et une observation systématiques, souvent réalisées par des volontaires. Mais pour avoir une impression de l'étendue du problème, nous donnons des chiffres généraux.

2.5 COMMENT SE COMPORTE ?

Bien que nous n'ayons pas une vision claire sur les différentes espèces, nous n'avons pas de connaissances sur le nombre d'écosystèmes. L'UICN développe actuellement une liste rouge pour les écosystèmes.

Certaines conclusions peuvent déjà être tirées :

- ◆ Les récifs coralliens fournissent la nourriture, l'emploi, les loisirs et la protection contre les tempêtes pour un demi-milliard de personnes. Néanmoins, 70 % des récifs coralliens sont menacés ou ont été détruits.
- ◆ Par exemple : Dans les Caraïbes, le revêtement avec corail dur au cours des 30 dernières années a diminué de 50 % à 10 %. Au cours des 20 dernières années, 35 % des mangroves disparaissent.
- ◆ D'autres écosystèmes qui réjouissent certains plongeurs sont les zones des grandes algues (Marron) appelées forêts de varech. Actuellement, environ 21 millions de tonnes d'algues par an sont récoltées dans le monde entier. Ce prélèvement est une attaque majeure sur l'habitat de nombreux organismes. Les arachides récoltées sont utilisées comme nourriture, mais aussi dans l'industrie pharmaceutique.
- ◆ Maintenant, il est évident que de nombreux écosystèmes marins sont atteints par la pollution. Qu'allons-nous faire ? Nous devons certainement veiller à une politique d'exploitation durable des ressources marines. Il faudra considérer l'impact de notre exploitation sur la reproduction et éventuellement la limiter ou la contrôler.

L'exemple est les quotas de pêche. Ceux-ci sont établis à différents endroits dans le monde en fonction du nombre et de la maturité des espèces.

- ◆ Nous devons nous assurer de réduire les dommages apportés à l'environnement :
 - ✓ La pêche au filet dérivant en est un exemple avec son cortège de destruction ou de réduction inconsidérée des certaines espèces. Ces filets capturent non seulement les espèces mais aussi les animaux inutilisables (pour les humains inutiles) et les espèces en voie de disparition.
 - ✓ La pêche à la dynamite hyper destructive est un autre exemple.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

2.5.1 COMMENT INDUIRE UN CHANGEMENT

PERSPECTIVES CROISSANTES

Depuis quelques décennies, une prise de conscience d'une atteinte de notre environnement ne cesse de se développer. Nous avons de meilleures données sur le nombre d'espèces, une meilleure compréhension globale du réchauffement, beaucoup plus de connaissances de la toxicité des produits chimiques et de matières plastiques et ainsi de suite.

Des actions doivent être engagées de manière évidente à tous les niveaux pour réduire et même arrêter la dégradation de la vie sur notre planète et réparer les dommages dans les écosystèmes quand la chose est possible.

Cet objectif est simple à formuler. Pour réussir, nous devons être précis afin de définir des mesures efficaces à prendre.

Nous pouvons définir toutes sortes d'objectifs comme :

- ◆ Protéger les 10 % restants des poissons des grands prédateurs.
- ◆ Protéger les 60 % de récifs coralliens encore en bon état.
- ◆ Surveiller et protéger les prairies marines (*Posidonia oceanica*) de la Méditerranée.
- ◆ Stopper l'extinction des espèces figurant sur la « Liste rouge ».

Comme nous n'avons exploré que 5 % de nos océans, ces objectifs pourraient à terme être efficaces. Nous devons comprendre clairement qu'il est indispensable de revenir à une utilisation durable de l'environnement et de cesser l'épuisement de nos ressources.

MODIFICATION DE L'ATTITUDE

Maintenant, nous ne pouvons plus nous qualifier d'ignorants. Nous savons et nous devons agir.

Certains ont pris le concept de l'action au pied de la lettre en occupant des plateformes pétrolières, des baleiniers, ...

Nous ne sommes que des plongeurs !!! Mais nos actions même si elles sont différentes et ont un autre impact sont également importantes. De plus certaines actions peuvent être ludiques et éducatives. Dans ce chapitre, nous allons traiter des mesures sur lesquelles nous n'avons que peu d'impact : les lois, les règlements et les programmes nationaux de protection.

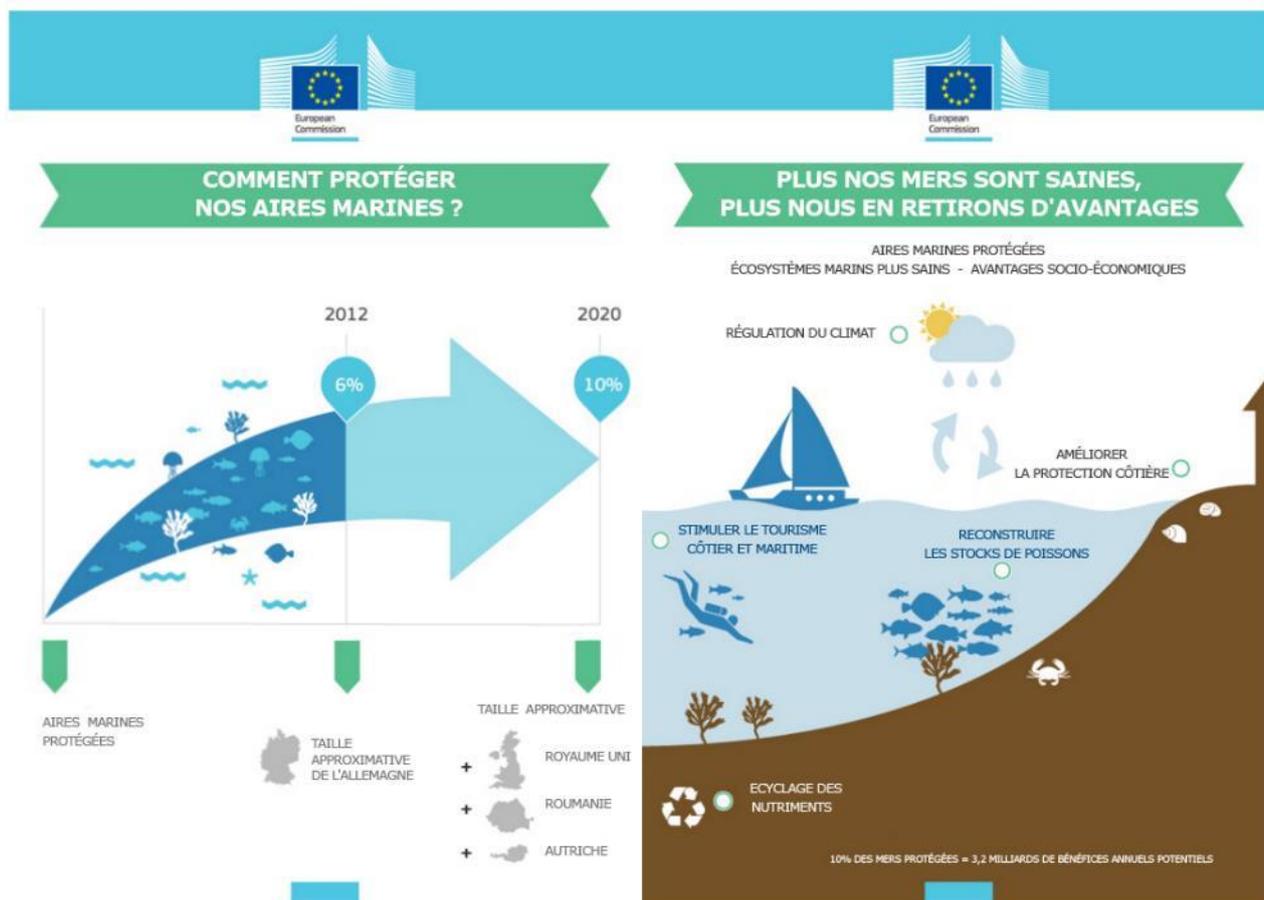
Ensuite, nous examinerons ce que notre communauté, celle des plongeurs, peut réaliser.

RÈGLEMENTS, LOIS, PROGRAMMES, ...

Presque tous les pays ont des règles pour prévenir la pollution. Parfois, elles fonctionnent, parfois elles n'existent pas ou ne sont pas respectées. Surtout quand il s'agit des eaux internationales, il est difficile de prendre des mesures qui ont un effet. Ces eaux n'appartiennent à personne et donc personne ne se sent responsable. Toutefois, il est possible de réglementer en tout état de cause comme par exemple en déterminant ce qui peut être prélevé de la mer, des rivages, ... ou pas, ce qui doit être rejeté et comment, ...

D'autre part, un contrôle strict du transport de produits chimiques limitera les déversements illégaux. Ou encore, les déchets des navires de croisière peuvent être soumis au recyclage. Et mieux encore, on pourrait interdire le commerce de certains produits de la mer comme par exemple, le corail ou les carapaces des tortues. Les possibilités d'intervenir sont multiples, il suffit d'une volonté politique.

L'Europe s'est dotée du projet Natura 2000. Il est le plus grand réseau coordonné d'aires protégées dans le monde. Il offre un refuge aux espèces et aux habitats les plus précieux et les plus menacés d'Europe. Natura 2000 couvre plus de 18 % de la superficie de l'UE et près de 6 % de son territoire marin. Natura 2000 est un réseau d'élevage de base et de repos pour les espèces rares et menacées. Certains types d'habitats naturellement rares sont protégés. Ce projet concerne les 28 pays de l'UE, tant sur terre qu'en mer.



CADRE DE STRATÉGIE MARINE

Natura 2000 n'est pas un système de réserves naturelles au sens strict à savoir avec exclusion de toutes activités humaines. Bien qu'il comprenne des réserves naturelles strictement protégées, la plupart des terres demeurent privées. L'approche de la conservation et de l'utilisation durable des zones Natura 2000 est beaucoup plus large. Il engage plutôt un comportement à l'adresse des utilisateurs de la nature. Les États membres doivent veiller à une gestion durable, économique et écologique de la mer et de la terre.

Concernant la biodiversité, 6 objectifs sont fixés, dont cinq touchent directement aux zones de plongée :

- ◆ Protéger les espèces et les habitats.
- ◆ Maintenir et restaurer les écosystèmes.
- ◆ Faire de la pêche plus durable.
- ◆ Combattre des espèces exotiques envahissantes.
- ◆ Aider à arrêter la perte de la diversité mondiale.

Le dernier objectif concernant l'agriculture et la gestion des forêts, bien qu'éloigné de la mer, semble avoir un impact sur la plongée.

En effet, une agriculture durable de même qu'une sylviculture efficace, IMPLIQUENT la réduction des produits chimiques agricoles, et donc une réduction de la pollution des eaux douces. Comme la directive Natura 2000 est applicable à tous les Etats membres de l'UE, certaines parties des Caraïbes sont protégées.

Aux Etats-Unis, NOAA⁷ est une organisation gouvernementale qui surveille un grand nombre d'aires protégées, tant sur le site de l'Atlantique que du Pacifique des Etats-Unis.

Quel rôle le plongeur peut-il avoir ?

La réponse pourrait être un rôle minime. Peut-être à titre individuel mais en fait, nous sommes des millions et donc tout action a son importance.

Dans un premier temps, la conservation du milieu ne sera pas considérée comme prioritaire chez le plongeur. Il ne s'associera pas spontanément au challenge. Et pourtant, nous pourrions dès ses premiers coups de palmes éveiller son intérêt : en acquérant des compétences en termes de flottabilité, il limitera de toute évidence son impact sur le milieu.

Il faudra qu'il veuille à évoluer à distance des fonds. Lors de prises de vue, le photographe a intérêt à gérer efficacement son gilet pour se stabiliser et à se déplacer délicatement en utilisant avec précaution ses doigts plutôt que ses palmes.

La gestion d'une descente progressive est un autre élément. Les débutants ont tendance à descendre jusqu'à ce qu'ils ressentent quelque chose sous leurs palmes. ERREUR. La contemplation progressive des fonds qui s'approchent sera agréable. Les agressions sur les écosystèmes sont souvent irréversibles et le palmage ou l'évolution en s'appuyant sur les fonds sont à proscrire.

Un autre aspect consiste à contribuer à la protection de l'environnement jusqu'à devenir un exemple de comportement :

- ◆ **Ne rien abandonner ou laisser traîner derrière soi (sur terre ou dans la mer).**
- ◆ **Evacuer ses ordures des abords des sites de la bonne manière.
Refuser tous les sacs en plastique jetables, les tasses et les bouteilles sur les sites de plongée.**
- ◆ **N'emporter jamais des animaux ou végétaux illégaux (dents de requin, carapace de tortue, coraux, crustacés séchés, etc.).**
- ◆ **Choisir un opérateur respectueux de l'environnement (pas d'ancrage, pas d'évacuation des ordures en mer, etc.).**
- ◆ **Soutenir de manière passive même des organismes nationaux et locaux de protection de la nature.**
- ◆ **Participer activement aux opérations locales de nettoyage et de restauration.
à choisir opter pour des entreprises qui favorisent le recyclage.**
- ◆ **Etc.**

La liste peut s'allonger de nombreux exemples mais le tout est une volonté de réfléchir à son attitude et de changer son comportement pour les générations à venir.

La CMAS collabore à la protection de l'environnement en proposant bientôt plusieurs niveaux de brevets sur la « Conservation de l'environnement » pour plongeur. Ce chapitre est extrait de ce cours à venir.

Informations :

¹ WCED : World Commission on Environment and Development

² IPCC : Panel International Climatic Changment

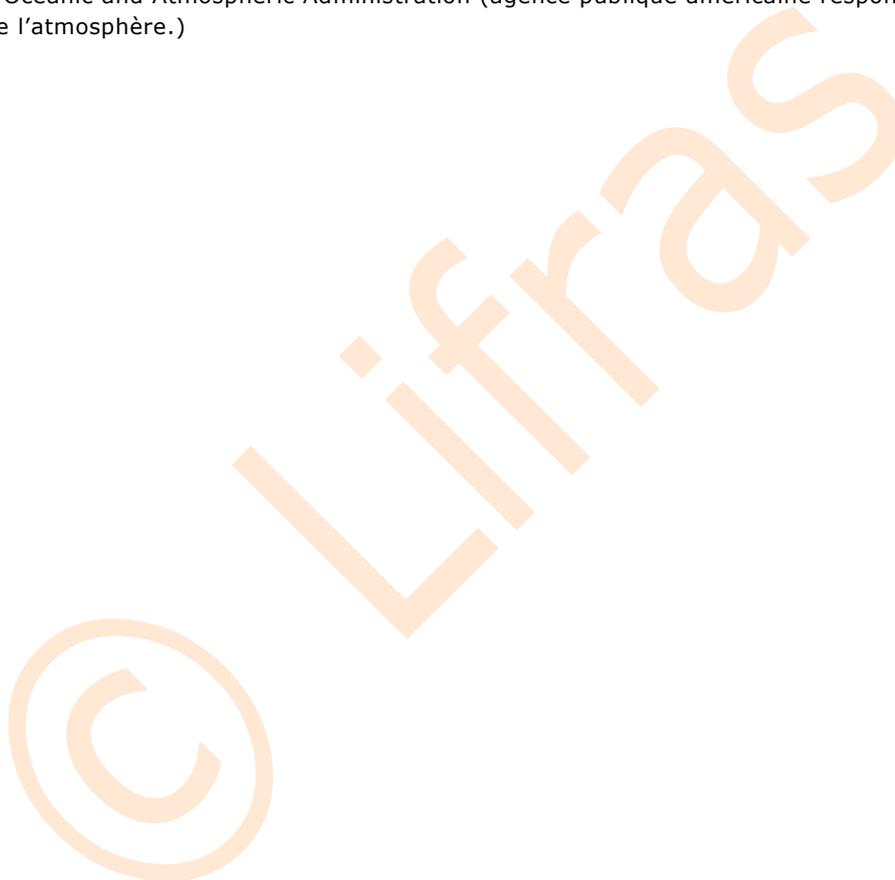
³ GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

⁴ Réseau Natura 2000 rassemble des sites naturels ou semi-naturels de l'Union Européenne ayant une grande valeur patrimoniale par la faune et la flore exceptionnelle qu'ils contiennent.

⁵ Imposex se produit quand – généralement à la suite de l'exposition à un perturbateur endocrinien – des caractéristiques mâles, comme le développement d'organes génitaux mâles se développent chez un gastéropode femelle normal.

⁶ WoRMS (World Register of Marine Species) Registre mondial des espèces marines.

⁷ NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration (agence publique américaine responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère.)

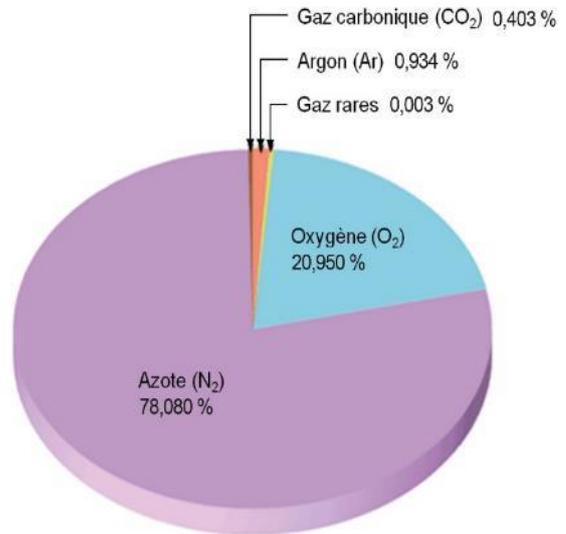


3. PHYSIQUE

3.1 L'EAU ET L'AIR

L'air est un mélange gazeux. Les proportions des principaux composants sont approximativement (les valeurs sont différentes selon les sources), pour l'air sec :

- ◆ Azote (N₂) 78,080 %
- ◆ Oxygène (O₂) 20,950 %
- ◆ Argon (Ar) : 0,934 %
- ◆ Gaz Carbonique (CO₂) : 0,0403 %
- ◆ Gaz rares : 0,003 %



3.1.1 L'OXYGÈNE

L'oxygène est indispensable à la vie. Toutefois, une pression partielle de l'oxygène trop importante rend ce gaz toxique (Effet Paul Bert). Une consommation d'oxygène pur sur une trop longue période rend également ce gaz toxique (Effet Lorrain Smith).

L'organisme a une consommation relativement réduite de l'oxygène (5 %).

3.1.2 L'AZOTE

L'azote est présent dans l'air respiré et est à l'origine d'un état narcotique lorsque sa pression partielle est trop élevée. Ce gaz est dit inerte ou neutre. Il n'est pas impliqué dans un processus métabolique quelconque.

3.2 LA PRESSION

3.2.1 INTRODUCTION

La pression fait partie des éléments qui nous affectent directement.

Exemple : Sous l'effet d'un même coup de marteau, un clou pointu s'enfoncera plus profondément qu'un clou émoussé. Tout dépend donc de l'intensité de la force agissante et de la surface sur laquelle cette force agit.

Mais, en physique, quelle est la définition du mot pression ?

C'est le rapport de la force sur la surface, soit :

$$P_{\text{pascal}} = \frac{F_{\text{newton}}}{S_{\text{m}^2}} \quad P = \frac{F}{S}$$

Le kgf est une force, exercée par une masse de 1 kg accéléré par la gravité terrestre.

1 kgf = 9,81 newtons

⇒ 1 kgf/cm² = 9,81 newtons/cm²

Or l'unité de surface est le m^2

$\Rightarrow 1 \text{ kgf/cm}^2 = 98\,100 \text{ pascals} (9,81 \cdot 10^4 \text{ pascals}) = 0,981 \text{ bar}$

$\Rightarrow 1 \text{ bar} = 1,020 \text{ kgf/cm}^2$

Le bar qui n'est pas une unité du système international est plus courant. $1 \text{ bar} = 1 \text{ kg/cm}^2$

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ kgf/cm}^2 = 10 \text{ N/cm}^2 = 10^5 \text{ Pa soit } 100\,000 \text{ Pa} = 0.1 \text{ MPa} = 10 \text{ m CE}$$

3.2.2 LA PRESSION BAROMÉTRIQUE

L'atmosphère qui entoure le globe terrestre est composée d'air. L'air qui est pesant (pour rappel 1 litre d'air a une masse de 1,293 g) exerce sur le sol une certaine pression. Le baromètre permet de mesurer cette valeur. On voit que bar, kilogramme force par cm^2 et atmosphère ont des valeurs assez peu différentes et on peut admettre avec une approximation suffisante que ces unités sont équivalentes.

Si la mesure avait été faite en altitude, la hauteur de la colonne d'air aurait été moindre, la pression atmosphérique étant moins importante.

La pression, en effet, décroît lorsque l'altitude augmente, mais sa valeur ne lui est pas inversement proportionnelle, la densité des couches d'air comprimées par les couches supérieures augmentant progressivement jusqu'au sol.

Il faut monter jusqu'à 5 000 mètres environ pour que la valeur de la pression atmosphérique soit réduite à la moitié de sa valeur au sol.

En conclusion, disons que bien qu'utilisées à tort au point de vue strictement physique, les unités kilogramme force par centimètre carré, atmosphère, dizaine de mètres d'eau sont toutes considérées comme équivalentes au bar.

L'eau étant pratiquement incompressible, on peut dire que tous les 10 m, la variation de pression sera de 0,981 bar en eau douce et 1,007 bar pour l'eau de mer. Si l'on tient compte de la précision de la plupart de nos profondimètres, on assimilera le bar à 10 m d'eau de mer ou d'eau douce.

3.2.3 LA PRESSION RELATIVE, LA PRESSION ABSOLUE

En pratique, les pressions se mesurent avec un manomètre qui indique zéro à la pression atmosphérique.

Avec un tel appareil, on mesure la différence entre la pression ambiante et la pression atmosphérique, **c'est la pression relative**.

Par contre, si on mesurait la pression ambiante par rapport au vide, on aurait **la pression absolue**.

Cette distinction est importante. En effet, il faut toujours préciser, lorsqu'on parle de pression, s'il s'agit d'une pression relative ou d'une pression absolue. Pratiquement, en ce qui nous concerne **la pression absolue (eau + air) est égale à la pression relative (eau) augmentée de la pression atmosphérique (1 bar)**.

En effet, les manomètres servant à mesurer la pression des bouteilles de plongée ... ou des pneus de voiture ou ceux installés sur les caissons de recompression, subissent bien évidemment aussi la pression atmosphérique, mais à l'extérieur.

Ils sont étalonnés à zéro à la pression atmosphérique. La pression qu'ils indiquent est donc relative (à la pression atmosphérique).

Les profondimètres (mécaniques, électroniques, et les ordinateurs !) indiquent également une pression relative, mais étant étalonnés en mètres on ne s'en rend pas compte. Ils marquent 0 m à la pression de la surface, soit 1 bar.

3.2.4 MASSE VOLUMIQUE ET DENSITÉ QUELQUES DÉFINITIONS ET VALEURS INCONTOURNABLES

La **masse volumique** d'un corps est la grandeur mesurée par le rapport existant entre la mesure de la masse du corps et la mesure de son volume.

$$M \times V = m/V$$

Les unités sont le Kg/m³, g/cm³, Kg/dm³.

Comme le volume d'un corps dépend de sa température et de sa pression, pour être très précis, il faudrait dire dans quelles conditions est donnée la masse volumique. Pour les liquides et les solides, la température intervenant assez peu, on peut considérer la masse volumique comme constante.

M.V. du Plomb : 11 300 Kg/m³

M.V. du Mercure : 13 600 Kg/m³

M.V. de l'eau douce : 1 000 Kg/m³ ou 1 Kg/dm³

M.V. de l'eau de mer : 1 026 Kg/m³ ou 1,026 Kg/dm³

En général, en ce qui concerne l'eau, les chiffres sont donnés pour une température de 4 °C car c'est à cette température que l'eau a la masse volumique la plus élevée.

Conséquence : quand il fait très froid, le fond de la carrière est à 4 °C. L'eau plus froide (entre 0 °C et 4 °C), donc moins « lourde » remonte en surface.

Pour un gaz, il est impératif de donner la température et la pression pour définir la masse volumique car cette dernière en est fortement influencée.

Ainsi, l'air, dans les conditions normales (pression = 1 bar, température = 15 °C) a une masse volumique de 1,225 kg/m³ pour une pression d'un bar à une température de 15 °C et de 1,293 kg/m³ pour une pression d'1 bar à une température de 0 °C.

La **densité** d'un corps liquide ou solide est le rapport entre la masse d'un certain volume de ce corps et la masse d'un égal volume d'eau douce.

La densité est un NOMBRE ABSTRAIT (pas d'unité !)

La densité d'un gaz est calculée par rapport à l'air.

C'est le rapport de la masse d'un certain volume de gaz à la masse d'un égal volume d'air **pris dans les mêmes conditions de température et de pression.**

Dans ces conditions, il vaut mieux éviter la densité car la masse volumique est un concept plus simple et fort souvent plus correct.

Parler de densité en comparant un liquide et un gaz est tout à fait incorrect.

3.2.5 PRESSION DES GAZ

Un gaz en équilibre exerce sur toute portion de surface en contact avec lui, une force normale (perpendiculaire) à cette portion de surface.

3.2.6 PRINCIPE FONDAMENTAL DE L'HYDROSTATIQUE

Par expérience, lors d'une plongée, plus le plongeur descend profond, plus la pression qu'il subit augmente. Pour le comprendre, on peut imaginer que le plongeur subit une force correspondant au poids d'eau au-dessus de

lui : plus il descend profond, plus le poids d'eau au-dessus de lui est important. Il semble donc que la pression augmente avec la profondeur.

Réciproquement, on sait également par expérience que la pression diminue avec l'altitude.

« Le principe fondamental de l'hydrostatique relie la pression à la profondeur »

Enoncé du principe : La pression à laquelle est soumise n'importe quel corps :

- ◆ Augmente avec la profondeur (1 bar tous les 10 mètres dans l'eau).
- ◆ Diminue avec la hauteur (1 mbar tous les 10 mètres < 2 000 m dans l'air).

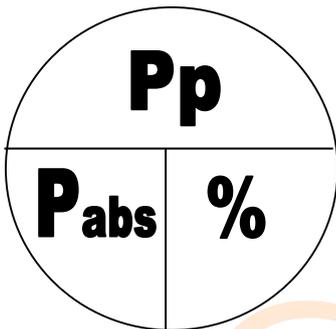
3.2.7 LA PRESSION PARTIELLE

ON APPELLE PRESSION PARTIELLE D'UN GAZ DANS UN MÉLANGE LA PRESSION QU'AURAIT CE GAZ S'IL OCCUPAIT SEUL LE VOLUME TOTAL ATTRIBUÉ AU MÉLANGE.

La pression partielle d'un gaz dans un mélange est égale au produit de la pression totale du mélange par le pourcentage du gaz considéré dans le mélange.

$$P_p = P_{abs} \times \% \text{ gaz}$$

Pour retrouver facilement chacun des termes, on utilise parfois la technique dite du « T ».



P_{abs} : pression absolue en bar

P_p : pression partielle du gaz dans le mélange

% : pourcentage de gaz dans le mélange

Il suffit de cacher la partie recherchée et les deux autres éléments apparaissent soit superposés, il faut alors les diviser ; soit sur une même ligne et il faut alors les multiplier.

En posant un doigt sur l'élément que l'on recherche, on découvre facilement l'opération à effectuer.

Ainsi, si on cherche la pression absolue, on cache P_{abs} et on voit que P_p se trouve au-dessus du pourcentage, il faut donc diviser la P_p par le pourcentage.



3.3 LE PRINCIPE D'ARCHIMEDE

3.3.1 ENONCÉ

TOUT CORPS PLONGÉ DANS UN FLUIDE SUBIT DE LA PART DE CELUI-CI UNE POUSSÉE VERTICALE, ORIENTÉE DE BAS EN HAUT, ÉGALE AU POIDS DU VOLUME DE FLUIDE DÉPLACÉ.

3.3.2 QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES POUR LE PLONGEUR ?

CORPS HUMAIN :

Le corps flotte plus ou moins bien suivant les inspirations-expirations.

COMBINAISON :

La combinaison est réalisée généralement en néoprène (une variante de caoutchouc) et est pleine de bulles d'air/azote. Les bulles subissant la pression, l'épaisseur diminuera au fur et à mesure de la descente. Il en résulte une réduction du volume du plongeur et donc une augmentation du poids apparent avec comme conséquence une accélération de la descente.

L'AIR DU SCAPHANDRE :

La diminution de la quantité d'air entraîne une réduction du poids de la bouteille.

LE LESTAGE :

Poids important pour un volume réduit.

LE GILET STABILISATEUR :

Augmentation considérable du volume pour augmentation du poids négligeable.

LE TUBA :

Permet une évolution en surface plus facile (tête et bouteilles immergées).

LE CANARD :

Dans sa phase terminale (au moment où le corps est vertical).

3.4 LA LOI DE BOYLE ET MARIOTTE

3.4.1 ENONCÉ

A TEMPÉRATURE CONSTANTE, LE VOLUME D'UNE MASSE GAZEUSE VARIE EN RAISON INVERSE DE SA PRESSION.

Plus clairement, cela se traduit par : Pression X Volume = Constante

ou : $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$

La pression étant exprimée en bar et le volume en litre, dans les applications pratiques de la plongée.

3.4.2 EXPLICATION

Cette loi définit le rapport existant entre le volume d'un gaz et la pression qu'il subit. Un gaz exerce une pression sur les parois du récipient dans lequel il se trouve. Cette pression est le résultat des collisions des molécules du gaz contre les parois. Si nous réduisons le volume du récipient, le nombre de collisions augmente et la pression devient plus forte ; par contre, si nous augmentons le volume, c'est le phénomène inverse qui se produit, la pression diminue. Cette loi n'est rigoureusement vraie que pour des gaz dits parfaits. Pour des pressions élevées (plus de 100 bars) aucun gaz ne suit rigoureusement la loi de Boyle et Mariotte. Par contre, pour des pressions plus faibles, on peut appliquer cette loi pour les gaz habituels et en particulier pour l'air.

3.4.3 QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES POUR LE PLONGEUR ?

DIMINUTION DU VOLUME DE LA COMBINAISON DE PLONGÉE PENDANT LA DESCENTE :

D'où par application de la loi d'Archimède, le volume global du plongeur diminue, la poussée d'Archimède diminue et le poids apparent augmente. Le plongeur de plus en plus lourd doit gonfler son gilet.

A la remontée, c'est évidemment l'effet inverse qui se produit.

EVOLUTION DE LA TAILLE DES BULLES LORS D'UN ACCIDENT DE DÉCOMPRESSION PENDANT LA REMONTÉE :

Une fois la bulle formée, si le plongeur poursuit sa remontée, le volume de la bulle augmente.

LE GONFLAGE DES BOUTEILLES ET LE CALCUL DE L'AUTONOMIE :

Le volume d'une bouteille est une donnée essentiellement invariable. Ce volume ne changera pas pendant le gonflage de la bouteille. Donc, augmenter la pression du gaz à l'intérieur de la bouteille, permet de faire varier la quantité de gaz que l'on peut y mettre.

Exemple :

Un mono, gonflé à 200 bars, contient 200 X 12 l d'air à pression atmosphérique, soit 2 400 l d'air. La consommation moyenne d'un plongeur en surface est de 20 l d'air/minute.

Elle est multipliée par la pression absolue à laquelle se passe la plongée.

A -10 m, soit 2 bars, un plongeur consomme environ 40 l/minute.

Pour la profondeur de -30 m, la consommation est donc d'environ 80 l/minute et l'autonomie d'un

Plongeur, avec un mono de 12 l, gonflé à 200 bars, est d'environ :

$2\,400 : 80 = 30$ minutes.

PRESSION RÉSULTANTE APRÈS ÉQUILIBRAGE DES BOUTEILLES :

Hypothèses :

La capacité et la pression sont différentes pour chaque bouteille.

Solution :

On écrit pour la première bouteille :

$P_1 \times V_1 = Q_1$ (la quantité d'air à P_{atm} en litres)

Pour la deuxième bouteille :

$P_2 \times V_2 = Q_2$ (la quantité d'air à P_{atm} en litres)

Soit la nouvelle quantité d'air résultant des deux bouteilles :

$Q_1 + Q_2 = Q_3$

Et toujours selon la loi de BOYLE MARIOTTE, on écrira donc :

$P_3 \times V_3 = Q_3$

(Q_3 étant la quantité totale d'air à P_{atm} en litres contenue dans les deux bouteilles)

La pression résultante sera donc : $P_3 = \frac{Q_3}{V_3}$

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

On sait que : $V_3 = V_1 + V_2$

Donc :

La pression résultant de l'équilibrage de deux bouteilles est, le quotient de la somme des quantités d'air (à la pression atmosphérique) par la somme des capacités de chaque bouteille.

3.4.4 AUTRES APPLICATIONS

- ◆ Le gilet de sauvetage et les parachutes.
- ◆ Les accidents mécaniques (*Voir chapitre sur les barotraumatismes*).

3.5 LA LOI DE DALTON

3.5.1 ENONCÉ

A TEMPÉRATURE CONSTANTE, LA PRESSION ABSOLUE D'UN MÉLANGE GAZEUX PARFAIT EST ÉGALE À LA SOMME DES PRESSIONS PARTIELLES QU'AURAIENT CES GAZ S'ILS OCCUPAIENT SEULS LE VOLUME TOTAL.

La notion de pression partielle est envisagée en tête du chapitre dans les différentes notions de pression.

3.5.2 QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES POUR LE PLONGEUR ?

Le risque d'accident biochimique est une des conséquences majeures. En effet, il y a toxicité des gaz lors de l'augmentation de la pression.

Rappel :

Pour l'azote P_{PN_2} , c'est la narcose à partir de $P_{PN_2} = 3,2$ bars

Pour l'oxygène, c'est l'hyperoxie à partir de $P_{PO_2} = 1,6$ bar

Pour le dioxyde de carbone P_{PCO_2} , c'est l'essoufflement à partir de $P_{PCO_2} = 0,02$ bar

3.6 LA LOI D'HENRY

3.6.1 ENONCÉ

A TEMPÉRATURE CONSTANTE ET À SATURATION, LA QUANTITÉ D'UN GAZ DONNÉ DISSOUS DANS UN LIQUIDE DONNÉ EST DIRECTEMENT PROPORTIONNELLE À LA PRESSION EXERCÉE PAR LE GAZ À LA SURFACE DE CE LIQUIDE.

3.6.2 QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES POUR LE PLONGEUR ?

Cette loi aborde les trois états de tension du gaz dans le liquide :

- ✓ Saturation.
- ✓ Sous-saturation.
- ✓ Sursaturation.

Pour nous, plongeurs sportifs, cette sursaturation peut devenir dangereuse, car elle peut atteindre des proportions CRITIQUES qui risquent d'avoir des effets négatifs sur l'organisme. L'aspect de la décompression est vu dans un autre chapitre.

3.7 LA VISION SUBAQUATIQUE

Au contact de l'eau, l'œil humain devient hypermétrope. La vision y est floue. Et cela est dû au fait que la lumière ne se propage pas à la même vitesse dans l'eau que dans l'air. Suite à cela, les images se forment ainsi en arrière de la rétine. Le masque est nécessaire pour corriger cette situation.

3.7.1 LA DIFFUSION

L'eau et, surtout, les particules en suspension, diffusent la lumière, c'est-à-dire la renvoie dans toutes les directions à la manière d'un léger brouillard qui sera d'autant plus important que la quantité de particules sera abondante.

3.7.2 L'ABSORPTION

L'eau absorbe progressivement la lumière.

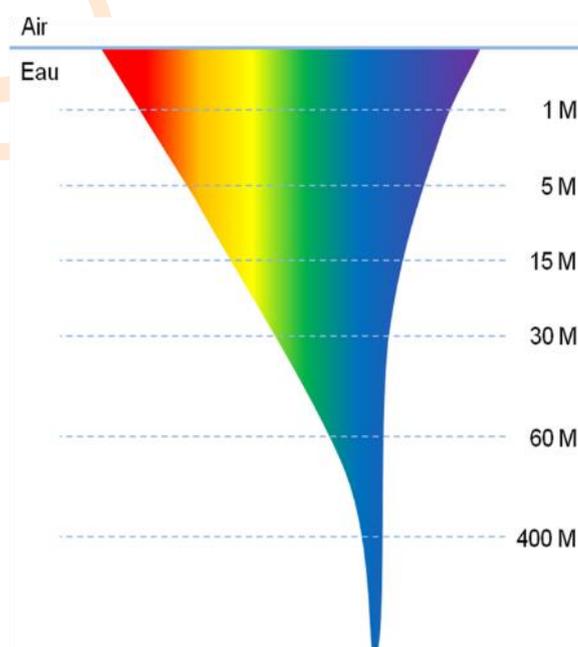
L'eau de mer absorbe plus que l'eau douce.

Les ondes lumineuses sont absorbées par une particule qui devient, à son tour, émettrice d'ondes lumineuses. Cependant, le spectre (longueur d'onde des différents composants) de la lumière émise par la particule diffère du spectre de la lumière d'origine. Cette différence va dans le sens d'une nette prédominance bleue (donc, composante rouge peu intense).

En résumé :

La luminosité, en eau claire, est réduite :

- ◆ Au quart de son intensité à une profondeur de 5 mètres.
- ◆ Au huitième de sa valeur à 15 mètres.
- ◆ Au trentième de sa valeur à 40 mètres.
- ◆ Le rouge disparaît à 10 mètres.
- ◆ L'orange disparaît entre 10 et 20 mètres.
- ◆ Le jaune disparaît à 30 mètres.
- ◆ Au-delà, seuls le bleu et le vert subsistent.



3.7.3 LA RÉFRACTION ET LA RÉFLEXION

Toutes les ondes se propagent dans un milieu perméable, donc : transparence.

La réfraction est la déviation subie par un rayon lumineux passant d'un milieu (ex. air) dans un autre (ex. eau).

Le déplacement de l'onde suit une trajectoire rectiligne dans un milieu donné. Elle se déplace à une vitesse constante, dépendant des propriétés du milieu et de la longueur d'onde de la lumière considérée.

Le rayon lumineux oblique ne pénètre pas dans l'eau suivant la même direction que celle qu'il a dans l'air : on dit qu'il est réfracté. Le test à faire est celui du bâton qui, introduit obliquement dans l'eau, semble brisé et raccourci.

Lorsqu'un rayon lumineux change de milieu, il se divise en 2 composants :

- ◆ **Un rayon réfléchi** – la surface de séparation des 2 milieux se comportant partiellement comme un miroir.
- ◆ **Un rayon réfracté** qui pénètre dans le second milieu, mais en changeant légèrement de direction.

EN PLONGÉE :

Les rayons du soleil sont **partiellement** réfléchis, car la mer se comporte en miroir. Plus le soleil se couche, plus le rayon réfléchi est important. Et, en fin de journée, la mer est un grand miroir très éblouissant.

La part de lumière qui pénètre dans l'eau diminue au fur et à mesure que le soleil se couche à l'horizon.

Les vagues augmentent aussi la réflexion, d'où : une mer houleuse est plus sombre qu'une mer calme.

RAYONS RÉFRACTÉS :

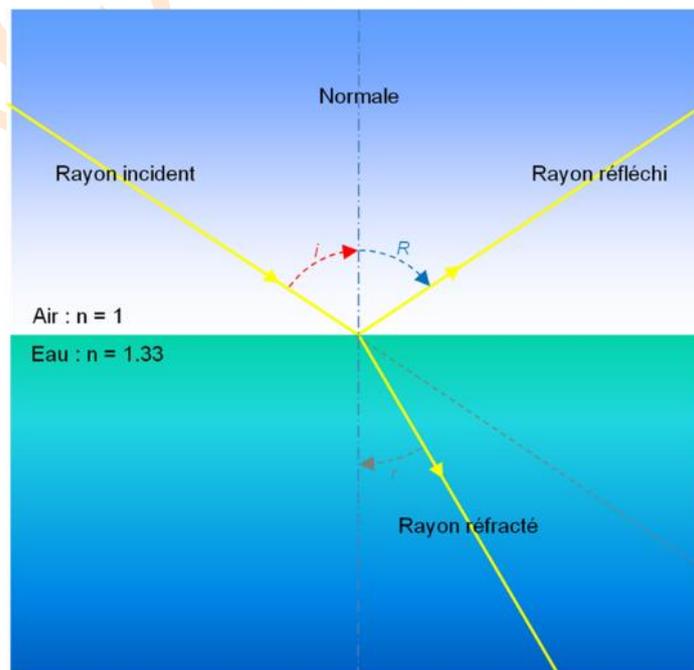
Notons « i » : **l'angle d'incidence** (soit l'angle que fait le rayon lumineux avec la perpendiculaire à la surface de séparation appelée normale).

Notons « r » : **l'angle de réfraction** (soit l'angle que fait le rayon réfracté avec cette même normale).

Le rayon lumineux se rapproche de la normale « $r < i$ ».

Lorsque l'on met un masque, pour atteindre l'œil, les rayons lumineux passent de l'eau, à travers la vitre du masque, puis, dans l'air du masque.

D'où : à chaque changement de milieu, ils subissent la réfraction.



Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

3.7.4 QUELLES SONT LES CONSÉQUENCES POUR LE PLONGEUR ?

1. Distance des objets.

Un objet, vu dans l'eau, semblera plus proche qu'il n'est en réalité.

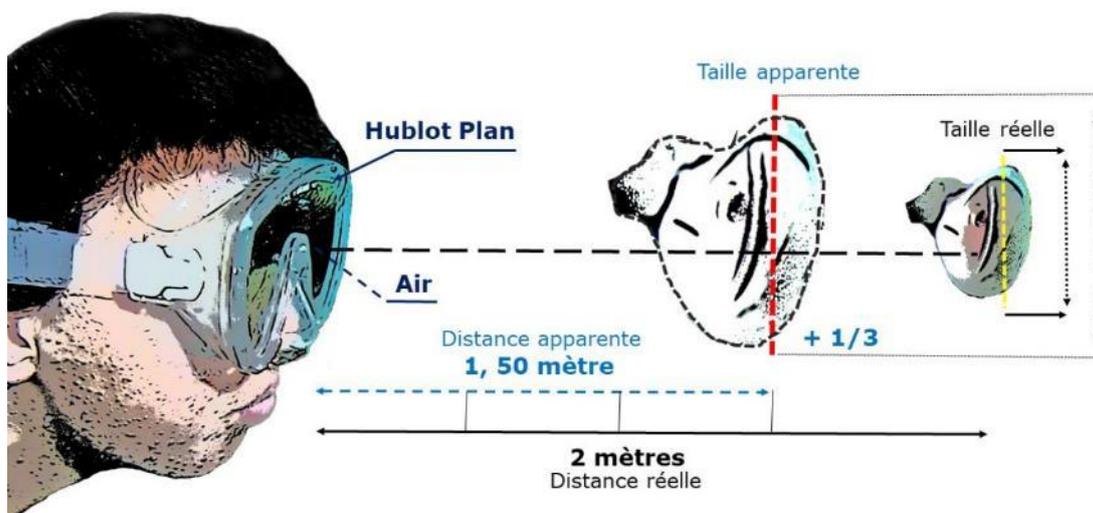
La distance fictive est égale à $3/4$ de la distance réelle. Les objets sont rapprochés d' $1/4$.

Les rayons lumineux, perçus par les yeux se trouvant dans l'air du masque, sont déviés.

Le cerveau prolonge instinctivement ces rayons et le plongeur supposera que l'objet est situé plus près. Erreur d'appréciation.

2. Taille des objets.

Un objet, vu dans l'eau, semble plus gros qu'il ne l'est en réalité. Le rapport est de $4/3$, donc, les objets sont grossis d' $1/3$. Il s'agit d'un grossissement angulaire.



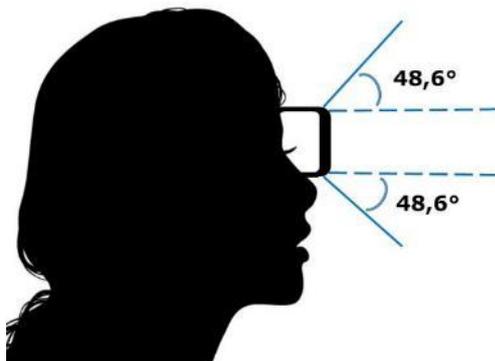
3. Angle limite et réflexion totale.

Pour la lumière venant de l'eau vers l'air (l'intérieur du masque), les rayons lumineux qui s'écartent de la normale (perpendiculaires à la vitre du masque) de $48,6^\circ$, donnent lieu à un angle de réfraction de 90° .

Le rayon réfracté, dans ce cas, rase la vitre du masque. Les rayons lumineux, dont l'angle d'incidence est supérieur à $48,6^\circ$ sont totalement réfléchis ; ils ne pénètrent absolument pas dans le masque et n'atteignent jamais l'œil.

Cet angle de $48,6^\circ$ s'appelle « l'angle limite ».

- ✓ Cette situation restreint à $2 \times 48,6^\circ = 97,2^\circ$ le champ de vision au travers du masque, dans toutes les directions.



3.8 LA PROPAGATION DES ONDES SONORES

Une onde sonore est une oscillation de compression du milieu. C'est une onde mécanique ou de compression longitudinale, c'est-à-dire, un mouvement ondulatoire de compression et dépression de tout corps. Une onde est donc, un phénomène oscillant autour d'un point d'équilibre et pouvant se propager dans un certain milieu.

Le son a un impact mécanique sur les parois sensibles (Tympan) de l'oreille.

La vitesse du son vaut **environ** :

Dans l'air : **330 mètres/seconde.**

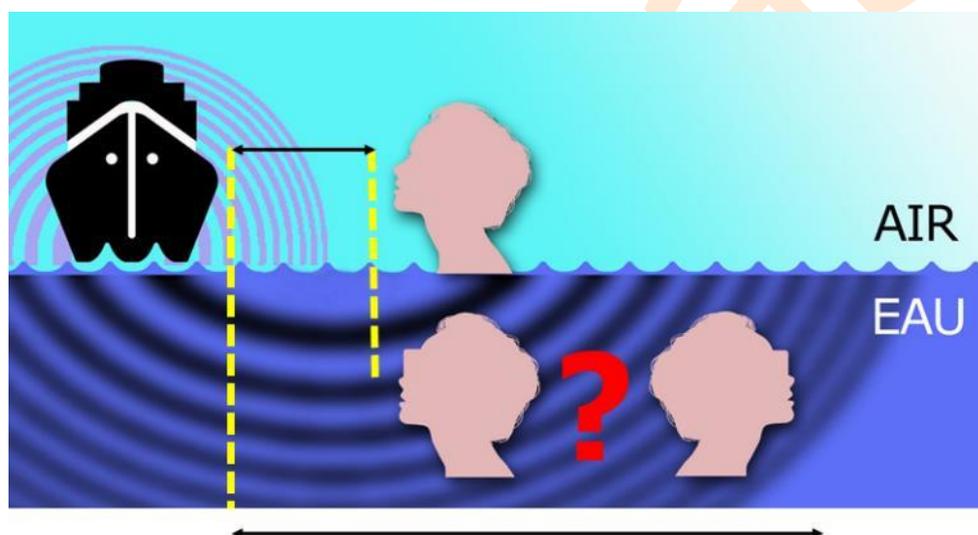
Dans l'eau douce : **1 100 mètres/seconde.**

Dans l'eau de mer : **1 500 mètres/seconde.**

La vitesse du son dans l'eau est telle que le plongeur situe difficilement l'origine du son. En effet, la localisation se fait grâce au retard de perception du son émis d'une oreille par rapport à l'autre, retard qui devient trop faible dans le cas de l'eau.

La vitesse du son augmente avec la température.

En eau de mer, la vitesse augmente légèrement avec la salinité.



3.9 LA CONSOMMATION

Dès que le plongeur s'immerge, les notions de consommation et d'autonomie en gaz deviennent essentielles !

- ◆ La consommation représente la quantité d'air utilisée par le plongeur par unité de temps ; elle s'exprime en litre par minute à une atmosphère de pression. En plongée technique on parle de RMV (Respiratory Minute Volume) ou VRM (Volume Respiratoire par Minute).
- ◆ La capacité d'une bouteille est le volume, exprimé en litres, théoriquement disponible en surface (1 atm). Cette capacité s'obtient en multipliant la contenance de la bouteille et sa pression de remplissage.
- ◆ L'autonomie est la durée d'utilisation de la capacité nominale de la bouteille embarquée, (sans recours à des sources d'air externes). Elle est directement liée à la consommation, la pression ambiante et la capacité nominale de la bouteille ; elle s'exprime en minute.

La consommation du plongeur nécessite donc une vigilance constante de sa part. Chaque membre de la palanquée, et donc certainement le chef de palanquée, doit avoir une bonne notion de sa consommation personnelle « VRM » (soit le volume respiratoire à la minute) dans différentes conditions de courant, de visibilité, de forme physique, de fatigue, de stress, etc.

Lors de la planification, déterminer la quantité de gaz nécessaire pour réaliser la plongée envisagée (sur base de sa consommation personnelle dans les conditions de plongée prévues) et s'assurer que la quantité de gaz emportée est suffisante.

Le volume de gaz comprimé emporté doit permettre :

- ◆ De réaliser le parcours prévu en profondeur.
- ◆ De respecter la vitesse de remontée préconisée et les paliers obligatoires.
- ◆ De disposer d'une réserve suffisante pour faire face aux imprévus.



© Neil Andrea pour SCUBAPRO

Le cas échéant, le temps de plongée ou la profondeur doivent être ajustés en fonction de la capacité des bouteilles disponibles et des paramètres de la plongée et aux conditions du moment (ex: courant, forme physique, matériel emporté, fatigue, stress, etc.).

De manière générale, il faut emporter la quantité de gaz dont on a réellement besoin, sans viser trop juste et sans se déplacer avec une usine à gaz !

Il est donc essentiel de gérer, en cours de plongée, l'autonomie des plongeurs de la palanquée : surveiller régulièrement votre manomètre et celui des plongeurs de la palanquée ; fixer la réserve à la pression la plus adaptée aux circonstances de la plongée et prévenez vos compagnons dès que vous arrivez sur réserve.

- ◆ Contrôler votre respiration (sans faire d'apnée) en ayant par exemple une inspiration et une expiration profondes.
- ◆ Evitez tout effort superflu.

Détermination de la quantité de gaz nécessaire pour une plongée donnée.

Le problème consiste à évaluer correctement la quantité d'air dont on va avoir besoin pour réaliser la plongée envisagée.

Outre l'accroissement du travail respiratoire et donc de la consommation, d'autres paramètres influent aussi sur la consommation du plongeur, et donc sur son autonomie :

- ◆ Le niveau de stress.
- ◆ Le froid.
- ◆ L'équipement (flottabilité, lestage mal adapté, une combinaison et, ou un gilet stabilisateur trop serrés provoquent par exemple, excès de gonflage de la combinaison étanche, manque d'hydrodynamisme, etc.).
- ◆ L'entraînement physique.
- ◆ Un comportement « nerveux ».
- ◆ Le facteur physiologique (la capacité pulmonaire ainsi que la VO_2 (oxygène métabolisé, etc.).

L'erreur classique, effectuée dans les calculs de détermination de la quantité de gaz nécessaire, est de prendre comme référence une consommation moyenne, au repos et à 1 atmosphère, de 20 l/minute.

Le plongeur doit être conscient que la consommation varie non seulement d'un individu à l'autre, mais également d'une plongée à l'autre pour un même individu. Il est donc nécessaire de connaître sa consommation personnelle dans différentes conditions de plongée.

3.9.1 CALCUL DE LA CONSOMMATION PERSONNELLE (VRM)

TEMPS FOND MAX = CAPACITE DE LA BOUTEILLE : CONSOMMATION MOYENNE X PRESSION ABSOLUE

Le calcul de votre consommation personnelle peut s'effectuer selon la méthode suivante :

Au cours d'une plongée à 10 m de profondeur, le plongeur évolue pendant 10 minutes. Il se déplace calmement fournissant un effort normal continu. Il est équipé de son matériel habituel. Lors du déclenchement du chrono, il relève la pression de départ et à l'issue de ces 10 minutes vérifie la consommation.

Cet exercice doit être réitéré dans les mêmes conditions (même durée, et même profondeur, même équipement, etc.), en simulant un effort intense et une situation de stress, en entreprenant un palmage rapide et soutenu pendant la durée. On obtient ainsi une autre estimation de la consommation « en cas d'effort intense ».

$$\text{Temps fond} = \frac{\text{capacité de la bouteille}}{\text{consommation moyenne} \times \text{pression absolue}}$$

ou

$$\text{Temps fond} = \frac{\text{quantité de gaz disponible}}{\text{consommation moyenne} \times \text{pression absolue}}$$

Ce volume respiratoire par minute « en cas d'effort intense » peut être nettement plus important que le VRM en situation normale.

Comme nous pouvons être confrontés à une situation imprévisible, il y a lieu d'anticiper et donc de prendre une consommation moyenne des deux calculs.

N'oublions pas que ce ne sont que des estimations permettant de planifier au mieux une plongée. Rien ne remplace une vigilance accrue en plongée, surtout lorsque les conditions de plongée sont différentes de celles préalablement estimées.



© Neil Andrea pour SCUBAPRO



G2 /

L'ORDINATEUR DE
PLONGÉE LE PLUS FIABLE
EST ÉGALEMENT LE PLUS
FACILE À UTILISER.

scubapro.com



G2



SCUBAPRO®
DEEP DOWN YOU WANT THE BEST.™

4. DÉCOMPRESSION

REFLEXIONS SUR LA PRATIQUE DE LA DECOMPRESSION

ATTENTION : LE CANDIDAT PLONGEUR 3 ÉTOILES DOIT APPLIQUER LES RÈGLES D'UTILISATION DE SON ORDINATEUR FOURNIES PAR LE FABRICANT ET DOIT PARFAITEMENT ASSIMILER LE SUPPORT DISPONIBLE SUR LE SITE LIFRAS TRAITANT DE LA « DÉCOMPRESSION À L'ORDINATEUR ».

4.1 CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Il est possible de réduire les risques de désaturation en respectant les recommandations générales suivantes (non exhaustives) :

Toujours :

- ◆ Plonger dans les limites de ses prérogatives, de sa formation, de ses compétences ainsi que celles de ses compagnons de plongée.
- ◆ Evaluer les conditions de plongée et vérifier leur adéquation avec ses propres compétences et celles de ses compagnons de plongée (y compris si l'organisation générale ainsi que les moyens de sécurité déployés sont en adéquation avec le site ou le type de plongée envisagé).
- ◆ Choisir un protocole de décompression adapté au profil de plongée.
- ◆ Respecter les protocoles du moyen de décompression choisi.
- ◆ Mettre fin à la plongée lors d'un éventuel dysfonctionnement du système principal de décompression, et respecter les procédures de remontée du moyen de décompression de secours, prévoir une réserve de gaz suffisante pour effectuer la remontée et les paliers éventuels, être correctement hydraté (dans les 12 heures qui précèdent la plongée) et se réhydrater suffisamment après chaque plongée.
- ◆ Effectuer un palier de sécurité de 5 min à 5 m en plongée No Deco si les conditions de plongée permettent sa réalisation dans de bonnes conditions.

Prévoir :

- ◆ Des plongées plus courtes et moins profondes lorsque les conditions sont exceptionnelles ou inhabituelles (froid, courant, houle, etc.), ou même remettre la plongée à plus tard si les conditions sont jugées extrêmes ou trop difficiles.
- ◆ Un intervalle de surface suffisamment long avant d'effectuer une successive (idéalement au minimum 2 heures - cette limite doit être interprétée avec bon sens et conservatisme. Elle n'est pas suffisante dans le cadre de plongées hautement saturantes). Des phases de repos prolongées (idéalement 1 jour) après 5 jours de plongée intensives.
- ◆ Des phases de repos prolongées (idéalement 1 jour) après 5 jours de plongée intensives.

Eviter :

- ◆ Les plongées extrêmes (longues ou très profondes).
- ◆ Les remontées répétées, surtout lorsqu'elles se font proches de la surface.
- ◆ Les efforts importants en profondeur, pendant la remontée et à la sortie de l'eau.
- ◆ Les plongées consécutives (qui sont en réalité une forme de yoyo extrême).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Ne jamais :

- ◆ Hésiter à remettre à plus tard une plongée que « l'on ne sent pas ».
- ◆ Utiliser un ordinateur, des Tables ou un logiciel de décompression sans avoir entièrement lu et assimilé le manuel d'utilisation y compris les mises en garde.
- ◆ Enfreindre les protocoles du moyen de décompression choisi.
- ◆ Effectuer de manœuvre de Valsalva (hyper pression thoracique) à la remontée mais aussi au palier.
- ◆ Faire de l'apnée avant, pendant ou après la plongée.
- ◆ Effectuer de successive si la profondeur de la première plongée excède la zone des **60 m**.

La frontière entre plongée dans la courbe de non palier et plongée avec des paliers obligatoires est relativement clairement définie et déjà couramment employée à la Lifras (et partout ailleurs). Il n'existe cependant pas de règles absolues pour apprécier l'ampleur d'une décompression « obligatoire ».

Seule une profondeur ou seul un temps d'immersion ne suffit pas à définir de manière satisfaisante la mesure de la décompression. Il faut faire appel à une relation entre le temps et la profondeur. Cette relation, formulée il y a déjà des décennies par Hempleman pour le compte de la « Royal Navy Physiological Laboratory » britannique est exprimée par la pression multipliée par la racine carrée du temps ou $P\sqrt{t}$.

Selon plusieurs études, dont une menée en 1974 sur les plongées « professionnelles » en Mer du Nord, $P\sqrt{t}$ permettrait de définir une frontière, certes pas très précise, entre une exposition relativement peu risquée ($P\sqrt{t} < 25$) et une exposition qui l'est nettement plus ($P\sqrt{t} > 25$).

Remarque :

L'ampleur d'une décompression d'une plongée à 50 m pendant 16 minutes ($6 \text{ ATA} \times \sqrt{16} = 24$) est similaire à celle d'une plongée à 14 m pendant 100 minutes ($2,4 \text{ ATA} \times \sqrt{100} = 24$).

4.2 RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX MÉCANISMES QUI INFLUENCENT DÉFAVORABLEMENT LA DÉCOMPRESSION

Ce chapitre présente une brève explication sur l'origine des facteurs autrefois appelés tantôt « favorisants » ou tantôt « aggravants », leurs conséquences pour le plongeur et finalement les recommandations permettant d'en limiter ou éviter les effets. Il ne s'agit pas d'explications complètes présentant, de manière exhaustive, tous les éléments qui entrent en jeu dans ces mécanismes, mais une liste permettant d'illustrer en quelque sorte pourquoi personne n'est égal face à la décompression.

4.2.1 LES GAZ (HORS GAZ INERTES)

INFLUENCE DU GAZ CARBONIQUE (DIOXYDE DE CARBONE OU CO₂)

ORIGINES :

Accident toxique exogène (pollution au CO₂ à l'entrée du compresseur, combustion spontanée, matériel inadapté ou déficient, etc.) ; accident toxique endogène (essoufflement, rétention de CO₂, tabagisme, etc.) et les mécanismes physiologiques normaux (effort, froid, digestion, fatigue, etc.).

CONSÉQUENCES :

Entraîne un déséquilibre du cycle du CO₂ dans l'organisme et une multitude d'effets en cascade qui influencent négativement la décompression (principalement, ceux qui perturbent la dynamique de la saturation et désaturation et ceux qui contribuent à la formation de bulles dans l'organisme).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

RECOMMANDATIONS :

Avoir une bonne hygiène de vie, limiter les efforts immédiatement avant, pendant et juste après la plongée (y compris la digestion), mettre fin à la plongée si essoufflement, utiliser du matériel entretenu, adapté et bien réglé, limiter l'exposition au froid, etc.

INFLUENCE DE L'OXYGÈNE

ORIGINES :

Toxicité cellulaire et neurologique de l'oxygène lors d'une exposition à haute pression partielle d'O₂ (mélanges suroxygénés et/ou plongée profonde).

CONSÉQUENCES :

Si la majorité des modèles de décompression prédisent une réduction de la durée de décompression lors de l'utilisation de mélanges suroxygénés, ils ne tiennent pas compte des effets indirects néfastes de l'oxygène sur la décompression. La toxicité de l'oxygène engendre des mécanismes d'oxydation cellulaire et de production de radicaux libres, ainsi que d'autres bouleversements chimiques complexes dont les conséquences sur la décompression doivent encore être bien cernés.

RECOMMANDATIONS :

Utiliser une marge de sécurité accrue dans le calcul de la décompression et éviter autant que possible des expositions proches des limites de pression partielle maximale à l'oxygène et de temps (horloge CNS). Faire des pauses (rinçages) lors de la respiration de mélanges suroxygénés. Optimiser la prise du mélange de déco (ex. 80% au lieu de 100 %).

4.2.2 LA PHYSIOPATHOLOGIE

La surface d'échange au niveau des alvéoles pulmonaires est pour un individu normal comprise en moyenne entre 70 m² (expiration) et 200 m² (inspiration). Cette surface est, pour la décompression, le centre névralgique de la filtration de microbulles et de l'élimination de l'azote excédentaire. Le débit sanguin (taux de perfusion) détermine la quantité de gaz dissous transportable par unité de temps. La surface d'échange et la perméabilité, déterminent la diffusivité, c'est-à-dire l'efficacité de transport et de déchargement de l'azote.

INFECTIONS, MALFORMATIONS, ET AUTRES PATHOLOGIES PULMONAIRES

ORIGINES :

Les infections, malformations, cicatrices, dépôt de goudron, poussières (charbon, plâtre, ciment...), mucus ont une influence significative, d'une part sur la surface totale d'échange (réduction de la surface) et d'autre part sur l'épaisseur de l'obstacle à franchir (interfère sur l'efficacité de cette surface d'échange) entre le sang et le gaz dans l'alvéole pulmonaire.

CONSÉQUENCES :

Les échanges gazeux s'effectuent dans des conditions différentes de celles supposées par le modèle de décompression et entraînent non seulement un risque accru de pathologie de décompression mais aussi de lésion/irritation excessive des poumons pouvant entraîner des complications ultérieures pour le plongeur.

RECOMMANDATIONS :

L'insuffisance respiratoire, la pneumopathie fibrosante, les vascularités pulmonaires, l'asthme, le pneumothorax spontané ou maladie bulleuse, même opérés, les séquelles de chirurgie pulmonaire, les pathologies infectieuses, pleurésies et autres traumatismes thoraciques sont des contre-indications temporaires voir définitives à la plongée sous-marine. L'avis médical spécialisé est impératif.

INFECTIONS, MALFORMATIONS, ET AUTRES PATHOLOGIES DU SYSTÈME CIRCULATOIRE

ORIGINES :

Blessures, insuffisance cardiaque, tachycardie, cholestérol, hypertension, shunts, foramen ovale perméable, caillots, rigidification des vaisseaux, déséquilibres ioniques (potassium, calcium, etc.), hémococoncentration, ...

CONSÉQUENCES :

Ces pathologies aboutissent à une modification substantielle du taux de perfusion qui influence significativement le transport de gaz inerte. D'autres pathologies peuvent être la source de bulles provenant de la cavitation des valves du cœur et d'une tribonucléation excessive due à des pathologies obstructives. Les conditions et hypothèses d'utilisation des modèles de décompression ne sont pas satisfaites. La décompression devient hasardeuse.

RECOMMANDATIONS :

Les pathologies cardiaques et hématologiques peuvent être des contre-indications définitives ou temporaires à la plongée sous-marine. L'avis médical spécialisé est impératif.

LE POURCENTAGE DE MASSE GRAISSEUSE

ORIGINES :

Les différents tissus du corps humain sont composés d'une quantité plus ou moins importante de lipides. Or, l'azote a une affinité approximativement 7 fois plus importante pour les lipides que pour les autres éléments qui composent les tissus de l'organisme (essentiellement eau, protéines et minéraux). (La graisse est composée majoritairement de lipides).

CONSÉQUENCES :

Le pourcentage de masse grasseuse influe sur la charge d'azote, la formation de bulles et le risque d'ADD. Cependant, il n'existe pas encore à ce jour un lien clair entre le pourcentage de masse grasse ou l'indice de masse corporelle et le risque d'ADD.

RECOMMANDATIONS :

L'obésité associée à d'autres pathologies (hypertension, diabète, etc.) et/ou à une mauvaise condition physique, peut être une contre-indication temporaire à la plongée sous-marine. L'avis médical spécialisé est recommandé.

L'ÂGE

ORIGINES :

Le vieillissement peut se traduire par un déclin physique général, une réduction de la capillarité tissulaire, un pourcentage plus élevé de graisse, une capacité respiratoire vitale réduite, ou une sédentarisation excessive. Le nombre d'années de plongée chez un individu augmente aussi la probabilité d'un antécédent d'ADD connu ou non.

CONSÉQUENCES :

Il est possible que les plongeurs âgés génèrent plus de bulles veineuses que de jeunes plongeurs. Cependant, l'âge n'est pas systématiquement identifié comme un facteur de risque en soit mais plutôt le vieillissement important et prématuré du corps par rapport à son âge. En effet, l'hygiène de vie, la condition physique, l'expérience et nombre d'autres facteurs peuvent être plus influents pour une bonne décompression.

RECOMMANDATIONS :

Il n'y a pas de limites clairement établies, concernant l'âge limite pour plonger dans des conditions normales de décompression. Si le vieillissement s'accompagne d'une détérioration sensible de la condition physique, il pourrait être prudent d'éviter les décompressions lourdes ou plonger Nitrox (déco air). L'avis médical spécialisé est recommandé.

PLONGÉE ENFANT

ORIGINES :

Les particularités cardiovasculaires associées à celles de la maturation pulmonaire de l'enfant laissent supposer une grande différence dans la cinétique des gaz inertes par rapport à l'adulte.

CONSÉQUENCES :

Comme l'expérimentation clinique contrôlée de la décompression sur l'enfant est non seulement non éthique mais interdite ; on comprend aisément que la transposition à l'enfant des Tables/ordinateurs de plongées établies pour l'adulte est totalement aléatoire.

RECOMMANDATIONS :

Une attitude de prudence et de bon sens doit prévaloir sur les souhaits de l'enfant voire des parents. Il est impératif, compte tenu des contraintes inhérentes à la plongée, que l'enfant soit soumis à un examen médical pédiatrique rigoureux. C'est pourquoi la Lifras limite la profondeur d'évolution de la plongée enfant.

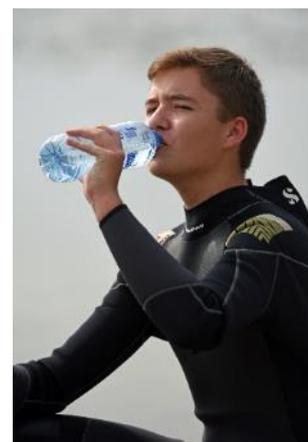
LA DÉSHYDRATATION

ORIGINES :

Sous l'eau, la pression hydrostatique, proportionnelle à la profondeur, entraîne une modification de la répartition de la masse sanguine. Elle-même entraîne une diminution de la masse sanguine par diurèse (d'où l'envie d'uriner bien connue en plongée). Dès la remontée, le volume sanguin peut s'avérer insuffisant, provoquant la déshydratation. La respiration d'un gaz sec ainsi que la transpiration contribuent, dans une moindre mesure, eux-aussi à ce phénomène.

CONSÉQUENCES :

La déshydratation diminue la fluidité du sang et rend par conséquent plus difficile les échanges gazeux. La déshydratation et l'hémoconcentration avant et pendant la plongée peuvent exacerber l'altération de la microcirculation quand la formation des bulles survient.



© M. Hiernaux

RECOMMANDATIONS :

Il est recommandé de bien s'hydrater avant (dans les 24h) et après la plongée, avec des boissons non alcoolisées et non diurétiques, de se protéger de la chaleur et de se reposer. Comme la réhydratation n'est pas instantanée, il est préférable de passer par l'absorption régulière de quantités limitées d'eau, il est conseillé d'espacer les plongées par des intervalles adéquats.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

LA FEMME ET LA DÉCOMPRESSION

ORIGINES :

L'anatomie féminine est citée comme généralement plus riche en tissus gras que celle de l'homme. La contraception orale chez la femme entraîne une concentration de molécules coagulantes plus importante. Le cycle menstruel perturbe l'équilibre physio-chimique de l'organisme (température, hémococoncentration, rétention d'eau, etc.).

CONSÉQUENCES :

Il a été suggéré que le sexe féminin est « théoriquement » un facteur de risque d'ADD. Cependant, en pratique, le sexe n'est pas « statistiquement » identifié comme un facteur de risque. Comme pour l'âge, l'hygiène de vie, la condition physique, et nombre d'autres facteurs peuvent être plus importants.

RECOMMANDATIONS :

Si le cycle menstruel s'accompagne d'une modification sensible de la condition physique (fatigues importantes, douleurs, ...), la plongée sera idéalement remise à plus tard, ou tout au moins réalisée dans des conditions plus conservatives. Dans le cas d'une accumulation de facteurs pénalisants (contraception orale, hypotension, obésité, ...) l'avis médical spécialisé est conseillé.

Il faut garder à l'esprit que des maladies ou des déficiences physiques qui n'auraient pas d'incidence à la surface peuvent entraîner des conséquences graves en milieu sous-marin, pour soi-même ou pour ses compagnons de plongée. Il est donc indispensable de tirer au clair les troubles de santé éventuels avant de plonger.



© Neil Andrea for Scubapro

LA CONDITION PHYSIQUE

ORIGINES :

Un entraînement en vue de maintenir une bonne condition physique est essentiel. Une mauvaise condition physique peut entraîner en plongée des efforts bien plus conséquents, un état de fatigue important, une plus grande consommation de gaz et d'énergie, une fragilité musculaire, des difficultés respiratoires, etc.

CONSÉQUENCES :

La multitude d'effets de l'effort, de la fatigue, de la consommation excessive d'énergie sur l'organisme éloigne le plongeur sensiblement des conditions et hypothèses d'utilisation des modèles de décompression. Les Tables contemporaines telles celles de l'USN, MN90, MT92 ont été élaborées pour des adultes en parfaite condition physique, comme c'est le cas de la plupart des algorithmes équipant les ordinateurs de plongées.

RECOMMANDATIONS :

Il est donc recommandé de disposer d'une bonne condition physique, entretenue par une activité sportive régulière. Le test à l'effort ECG, est une assez bonne indication de la condition physique.

TABAGISME

ORIGINES :

Passif ou actif.

CONSÉQUENCES :

Outre l'ingestion de composés cancérigènes (alcools aromatiques polycycliques), goudron, nicotine, de gaz toxiques tels que le monoxyde de carbone, des sulfides et cyanides d'hydrogène, la fumée de cigarette provoque une irritation des muqueuses pulmonaires qui entraîne une production anormalement élevée de mucus qui va gêner les échanges gazeux. De plus, l'ingestion de la fumée de cigarette entraîne une broncho constriction qui provoque une perturbation de la perfusion alvéolaire et réduit le potentiel d'échange gazeux. Elle augmente aussi l'ingestion de CO₂.

RECOMMANDATIONS :

Fumer devrait être une contre-indication à la pratique de la plongée. C'est en tout cas un facteur suggérant le durcissement de la décompression. L'avis médical spécialisé est conseillé.



© M. Hiernaux

L'ANTÉCÉDENT D'ADD

ORIGINES :

Il existe des sujets qualifiés de « bulleurs ». Ils présentent une prédisposition à produire plus de bulles notamment en phase de décompression et donc augmentent le risque de développer un ADD. D'autres ont ou ont eu un comportement à risques susceptible de développer également une augmentation de risques de survenance de l'ADD.

CONSÉQUENCES :

Un ADD ancien peut prédisposer à un épisode ultérieur en réduisant la réserve organique (capacité de redondance physiologique) ou par d'autres mécanismes inconnus, ou le comportement à risque répété.

RECOMMANDATIONS :

Tout plongeur ayant fait antérieurement un accident de décompression doit obtenir l'autorisation d'un spécialiste en médecine hyperbare avant de reprendre la plongée. Si l'antécédent d'ADD n'entraîne pas d'interdiction de poursuivre la plongée, il doit amener à un changement de comportement : décompression conservative (limitation de la profondeur et des temps fond, utilisation Nitrox-déco air, plongée No Deco, etc.

GROSSESSE

ORIGINES :

Le fœtus est totalement dépendant de l'équilibre sanguin, gazeux et électrolytique de la mère et toute perturbation dans le sang maternel se transmet immédiatement au fœtus.

CONSÉQUENCES :

Vu les risques immenses d'une quelconque expérimentation sur fœtus, on ne connaît pas avec exactitude les conséquences de la plongée lors de la grossesse. Cependant, il est admis que la probabilité de malformations fœtales augmente significativement d'une part avec l'âge du fœtus et d'autre part avec la fréquence des plongées, leur profondeur, et lorsqu'elles sont effectuées hors de la courbe de non palier.

RECOMMANDATIONS :

La plongée sous-marine est donc contre-indiquée dès le début de la grossesse (pour le fœtus et la mère).

AUTRES

On cite souvent aussi l'influence négative d'une nourriture déséquilibrée, de l'alcool, de médicaments, de stupéfiants, et bien d'autres facteurs propres à l'hygiène de vie du plongeur. Ces facteurs sont tellement nombreux qu'ils n'ont pas tous fait l'objet d'études particulières sur l'influence néfaste précise qu'ils opèrent sur la décompression. Cependant les facteurs propres à l'hygiène de vie du plongeur doivent inciter à la prudence et au bon sens.

4.2.3 LES PERTURBATIONS DU MÉTABOLISME

LA FATIGUE

ORIGINES :

Multiples : Voyages (décalage horaire, transport, etc.), surmenage, digestion, déshydratation, effort, stress, froid, chaleur importante, manque de sommeil, mal de mer, maladies, etc.

CONSÉQUENCES :

La multitude d'effets sur l'organisme met le corps sous stress ce qui éloigne sensiblement des conditions et hypothèses d'utilisation des modèles de décompression. La décompression devient hasardeuse.

RECOMMANDATIONS :

La fatigue est un des facteurs principaux d'accident de décompression. Il vaut mieux remettre une plongée si la fatigue est marquée. Si elle est légère, il est préférable d'adapter son profil et ses paramètres. Se remettre progressivement « dans le coup » est une bonne stratégie plutôt que de faire « une cinquante mètres » après avoir traversé la France du Nord au Sud après une année de travail sédentaire. Il est donc fortement recommandé d'éviter la plongée lorsqu'on se sent fatigué.



© S. Godin

L'EFFORT

ORIGINES :

Mauvaise condition physique, stress, profondeur, froid, courant, houle, matériel inadapté, mauvaise flottabilité, manque d'expérience, etc.

CONSÉQUENCES :

En immersion, l'effort entraîne entre autres une accélération du rythme cardiaque, une augmentation de la tension artérielle, de la température corporelle et du débit ventilatoire, qui accélèrent l'absorption/l'élimination de gaz inerte dans les tissus. Il en résulte un accroissement de la charge de gaz inerte, de CO₂ et de microbulles (par cavitation¹ et tribonucléation²)* et donc du risque d'ADD. L'effort après la décompression peut accroître l'incidence de l'ADD quoique le mécanisme ne soit pas encore tout à fait élucidé.

RECOMMANDATIONS :

Limiter les efforts pendant et immédiatement après la plongée grâce à une formation/expérience adéquate pour la plongée entreprise, un matériel et lestage adaptés, si possible effectuer un palier de défatigation et marquer un temps de récupération en surface avant de sortir de l'eau (palier de « surface »).

LES EFFETS THERMIQUES

ORIGINES :

Plongée en eau froide/chaude, plongée longue, vêtement isotherme inadapté, mauvais confort thermique avant et après la plongée etc.

CONSÉQUENCES :

Le corps ne tolère que de très petits écarts de sa température centrale. Il possède un arsenal de moyens lui permettant de maintenir sa température centrale normale : dilatation/vasoconstriction des vaisseaux ; accélération du métabolisme, frissons, transpiration, modification de la respiration, etc. Ces mécanismes vont avoir un impact direct sur la perfusion, le taux de CO₂ et la solubilité des gaz inertes et, indirectement donc, sur le transport et les échanges gazeux ainsi que sur la décompression.

Le froid/eau froide :

L'exposition au froid est souvent citée comme facteur de risque d'ADD, mais la véritable relation entre le froid et l'ADD est complexe et dépend aussi de la chronologie de l'exposition au froid.

L'eau chaude :

L'exposition aux eaux tropicales chaudes (30 °C et plus) est citée comme facteur de risque accru de crise hyperoxique et d'infection bactérienne. L'influence sur la décompression n'est pas directement citée. Notons toutefois la tendance qu'a le plongeur d'étendre significativement la durée de la plongée en eau chaude au-delà du temps total initialement planifié. Cette attitude accroît dès lors son risque d'ADD.

RECOMMANDATIONS :

Protection thermique adéquate avant, pendant et après la plongée : l'eau a une conductivité thermique plus importante que l'air. Cela génère donc une perte de chaleur plus importante. Une hypothermie peut se produire même dans une mer chaude. Sans une protection thermique efficace, mieux vaut éviter une plongée nécessitant des paliers tant la modification progressive de la perfusion lors de la plongée en eau froide (surtout au palier) peut être importante.

* : Voir information fin du chapitre.

4.2.4 LES EFFETS MÉCANIQUES

FLUCTUATION IMPORTANTE DE LA PRESSION HYDROSTATIQUE

ORIGINES :

1. La sortie de l'eau entraîne une baisse brutale de pression ambiante et un effort qui peut être important.
2. Les fluctuations de la pression ambiante sur le plongeur fixé sur un fond ou sur un mouillage, due à la houle.

CONSÉQUENCES :

La fluctuation rapide et importante de la pression ambiante entraîne une nouvelle répartition des fluides et de la pression artérielle pouvant créer les conditions propices à l'apparition spontanée de bulles dans l'organisme.

RECOMMANDATIONS :

1. Utilisation du palier de surface, lorsqu'il peut être effectué sans danger ou inconfort particulier (froid, houle importante, fatigue, soif, mal de mer, trafic de surface, etc.).
2. Effectuer le palier de décompression ou de 'sécurité' à l'abri de la houle (utilisation du parachute, palier à profondeur plus importante).

VITESSE DE REMONTÉE EXCESSIVE

ORIGINES :

Mauvaise gestion de la flottabilité (étanche, gilet, parachute, lestage inadapté, flottabilité bouteille vide, etc.), désorientation spatiale (noir, chapelet de bulles, vertiges, etc.), manque d'expérience, panne d'air, courant ascendant (Némo), houle, perte de compagnon, etc.

CONSÉQUENCES :

Tant dans les modèles néo-haldaniens³, que « bullaire⁴ », une vitesse de remontée excessive entraîne un risque accru d'accident bullaire, même si les mécanismes supposés sont différents.

RECOMMANDATIONS :

Le strict respect de la vitesse de remontée est crucial. Cependant, en pratique, il peut être très difficile de contrôler sa vitesse de remontée. Dans le doute, il est recommandé de ralentir ou, mieux encore, d'interrompre momentanément la remontée, tout en veillant à ne pas redescendre et à ne pas prolonger significativement le temps de saturation.



© S. Godin

PLONGÉE EN DENTS DE SCIE (YOYO)

ORIGINES :

Mauvaise gestion de la flottabilité, désorientation spatiale, mauvaise utilisation du SMB (parachute de signalisation), manque d'expérience, perte de compagnon, profil inadéquat sur le fond, exercices de remontée...

CONSÉQUENCES :

Les modèles de décompression « bullaires » modernes prévoient une augmentation significative des bulles circulantes lors des phases de descente et de remontée. Plus ces variations de profondeur sont nombreuses, d'amplitude importante ou proches de la surface, plus gros sera le volume total de bulles circulantes et plus important sera le risque d'ADD.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

RECOMMANDATIONS :

Il est fortement recommandé d'éviter les plongées « Touch & Go » ou yoyo et de limiter le nombre de remontées.

PLONGÉE EN ALTITUDE OU DEPLACEMENT EN ALTITUDE

ORIGINES :

Plongée en lac de montagne.

CONSÉQUENCES :

Pression atmosphérique inférieure à celle du niveau de la mer, entraînant une capacité de stockage réduite de gaz inerte dans les tissus et des seuils de sursaturation tolérés plus sévères. Le moyen de décompression doit être adapté à l'altitude (pression atmosphérique ambiante).

RECOMMANDATIONS :

L'altitude entraîne des modifications substantielles du métabolisme (froid, hypoxie, essoufflements rapides, efforts, fatigue etc.). La plongée en haute altitude nécessitant des paliers obligatoires pourrait donc être déconseillée. L'utilisation de mélanges suroxygénés est indiquée.

PRENDRE L'AVION

ORIGINES :

Lorsqu'on prend l'avion, on est confronté à une baisse rapide de la pression ambiante dès que l'avion décolle. Même en cabine pressurisée la pression est ramenée à celle régnant à une altitude de 1 500 – 2 400 m selon les modèles d'avion (pour éviter un travail trop important des matériaux).

CONSEQUENCES :

Lors de cette dépressurisation, la sursaturation d'un tissu suite à une plongée, acceptable au niveau de la mer, ne l'est plus pour la pression régnant en cabine, provoquant l'ADD.

RECOMMANDATIONS :

Pour éviter cette situation, il faut observer une période d'attente « Do Not Fly » avant de prendre l'avion. La plupart des ordinateurs de plongée, Tables et logiciels de décompression indiquent une durée à respecter avant de prendre l'avion. Vu les complications provoquées par un ADD sur long courrier, un certain niveau de conservatisme est conseillé. DAN recommande d'attendre 24 h avant de prendre un avion – voir plus lorsque l'on effectue plusieurs décollages et atterrissages consécutifs.

4.3 CHANGEMENT DU MOYEN DE DÉCOMPRESSION

4.3.1 LA PROBLÉMATIQUE DES TABLES U.S. NAVY 1993– POUR INFORMATION

Dans l'absolu, les Tables U.S. Navy 1993 ne sont pas concernées par l'état de saturation d'un compartiment passé un délai de 24 heures en atmosphère normobare. En effet, le compartiment le plus long des Tables U.S. Navy est celui de 240 minutes qui est considéré comme complètement désaturé après 6 périodes, soit 24 heures. Il est intéressant de noter que les Tables ne tiennent compte que du compartiment 120 minutes pour le calcul des pénalités des plongées successives. Cela veut dire que lorsque les Tables U.S. Navy sont utilisées comme moyen de décompression, et lorsqu'on en respecte tous ses protocoles, il suffit d'un intervalle de 12 heures en atmosphère normobare pour remettre les « compteurs à zéro » (pour autant qu'il soit possible de calculer un indice et que la plongée ne soit pas une « exposition exceptionnelle » telle que définie par l'U.S.Navy).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Cependant, l'ordinateur permet des profils de plongée qui s'écartent forts de l'utilisation stricte des Tables U.S. Navy. En d'autres termes, dans un souci de conservatisme, l'intervalle de 12 heures ne permet plus de remettre le « compteur à zéro », il faudra attendre un délai supplémentaire. Devant l'impossibilité d'estimer ce délai supplémentaire, on recourt à l'intervalle maximum, soit celui de 24 heures avant de passer d'un moyen de décompression type « ordinateur » vers l'utilisation de Tables U.S. Navy.

RECOMMANDATIONS :

Le plongeur se réfère tout d'abord au mode d'emploi de son moyen de décompression en ce qui concerne l'intervalle à attendre pour le passage d'un moyen de décompression à un autre. A défaut de solution, un intervalle de 24 heures sera obligatoire pour changer de moyen.

4.3.2 MOYENS DE DÉCOMPRESSION DIFFÉRENTS AU SEIN D'UNE MÊME PALANQUÉE

GÉNÉRALITÉS :

On trouve aujourd'hui régulièrement des plongeurs utilisant des moyens de décompression différents au sein d'une même palanquée. Cela engendre quelques complications pour la gestion de la décompression de la palanquée dans son ensemble. En effet, les différents ordinateurs de plongée, Tables et autres logiciels de décompression utilisés par les membres d'une même palanquée donnent rarement exactement la même décompression.

Ce genre de situation doit susciter une réflexion de la part des membres de la palanquée avant la mise à l'eau, (lors de l'étape de planification), afin d'éviter de devoir gérer une situation de gestion de crise dans l'eau. On sera particulièrement attentif à la réserve d'air et aux temps de décompression lors de la planification.



© Neil Andrea for Scubapro

LES CONTRAINTES À RESPECTER SONT LES SUIVANTES :

La palanquée doit rester groupée pendant toute la plongée, y compris pendant les phases de remontée et de paliers éventuels, à aucun moment l'un des plongeurs de la palanquée ne doit outrepasser les indications de vitesse de remontée ou de palier que lui indique son moyen de décompression, tous les membres de la palanquée doivent respecter le protocole de décompression le plus contraignant. Il est en effet irresponsable de demander à un plongeur de remonter plus vite voir de sauter ou même d'écourter un palier que lui donnerait son système personnel de décompression.

Ces contraintes impliquent que des plongeurs de la palanquée vont peut-être effectuer plus de paliers que ne leur en donnerait leur propre système de décompression. Si ces derniers sont équipés d'ordinateurs de plongée, la gestion de ce temps additionnel sera automatique car leur profil de décompression est ajusté constamment par l'ordinateur.

Si des plongeurs utilisent des Tables (USN, MN90, MT92, etc.) et que la vitesse de remontée a été celle imposée par les ordinateurs ou des paliers plus profonds (ex. mi-profondeur), il faudra en tenir compte (*Voir protocole des Tables*).

Il faut être conscient que cette situation pourrait entraîner un allongement quelques fois important de la décompression. Il est d'autant plus important d'aborder ces aspects lors de la planification de la plongée.

PROBLÉMATIQUE DU PROLONGEMENT D'UN PALIER AUX TABLES LIFRAS 94 :

Dans le cadre de l'utilisation des Tables Lifras 94 (USN 93), il n'y a pas de conséquence particulière pour la décompression lorsqu'un (ou plusieurs) palier(s) compris entre 3 et 9 m est (sont) prolongé(s). Par exemple lorsqu'un autre moyen de décompression dans la palanquée est plus contraignant. Seul le calcul de la sursaturation résiduelle et donc de l'indice Tables pourrait être affecté par cette prolongation.

En plongée à décompression obligatoire⁵, l'utilisation de l'indice immédiatement supérieur (c'est-à-dire : la lettre qui suit alphabétiquement) permet de couvrir la sursaturation additionnelle générée par la prolongation d'un ou plusieurs paliers. Attention, cette règle n'est autorisée que pour obtenir un indice valable suite au prolongement du palier pour faire face à un moyen de décompression plus pénalisant. Ce n'est pas une procédure de plongée multi-niveau Tables.

En plongée à décompression extrême⁶, ce genre de question se règle lors de la planification : il n'y a pas d'approximation d'indice possible.

ESTIMATION DE LA CHARGE DE GAZ INERTE PROVENANT D'UNE PLONGEE ANTERIEURE A L'ORDINATEUR :

Si le moyen de décompression de secours choisi pour un ordinateur sont les Tables, un problème particulier se pose lors d'une successive ou d'une répétitive. Etant donné qu'il est exclu d'improviser sous l'eau, comment planifier le passage de l'ordinateur aux Tables USN et plus précisément, comment estimer la sursaturation résiduelle de gaz inerte provenant des plongées antérieures pour le calcul de la pénalité ?

Une approximation acceptable peut être dérivée des paramètres de la plongée précédente (qui tient elle-même déjà compte des paramètres des plongées la précédant - cas de répétitives) : Prendre la profondeur maximale de la plongée précédente et sa durée totale moins la durée des paliers effectivement exécutés, en déduire l'indice dans les Tables et calculer la pénalité comme si la plongée avait été réalisée aux Tables avec ces paramètres.

Cette approximation n'est valable que dans le cadre de la planification d'un moyen de décompression de **secours** « **Tables** ». Si elle devait être mise en œuvre, elle serait considérée comme procédure d'urgence. A la sortie d'une telle plongée, les recommandations développées dans le chapitre « passage d'un moyen de décompression à un autre » doivent être appliquées (il faut donc attendre minimum 24h avant de replonger avec un autre moyen de décompression).

Information :

¹ La cavitation : lors de l'écoulement sanguin, une accélération importante peut produire des bulles à partir de gaz dissous. Dans notre corps, ce phénomène est susceptible d'apparaître à plusieurs niveaux. Cette accélération permet de transformer le gaz dissous en forme gazeuse.

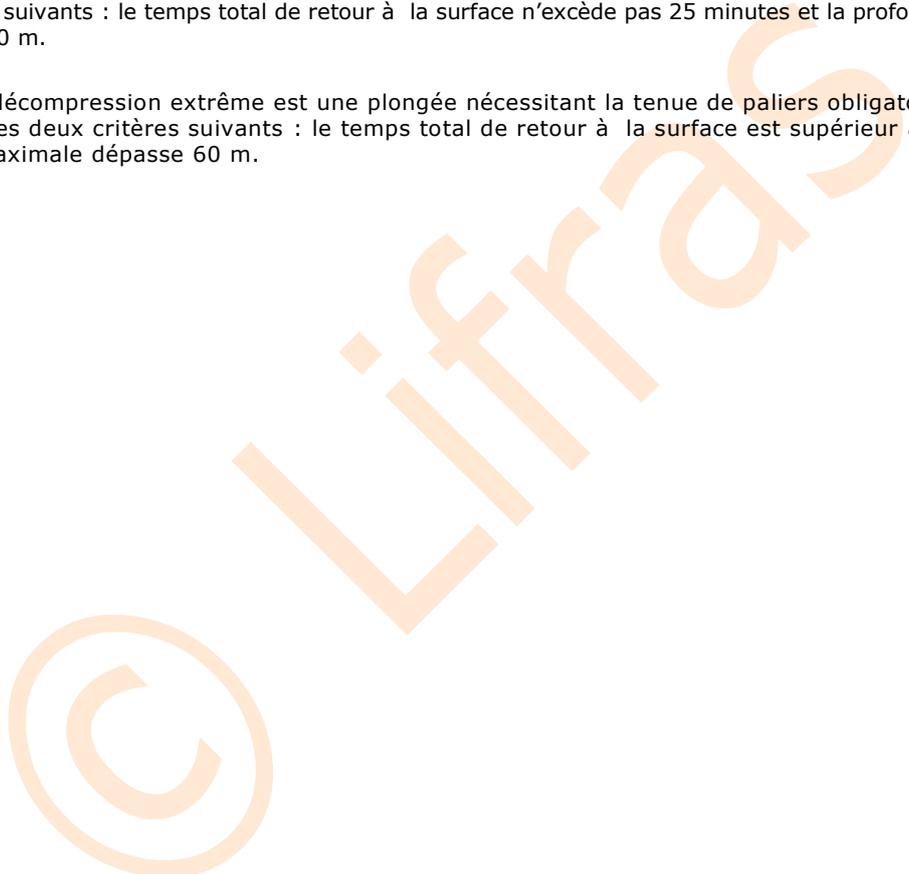
² La tribonucléation : génération de noyaux gazeux dus aux turbulences du flux sanguin dans certains organes et notamment le cœur.

³ Modèle néo-haldanien : modèle basé sur le modèle d'Haldane fondé sur le principe de la perfusion des gaz dans les tissus. On trouve des modèles dérivés appelés néo haldaniens (spencer, Workman, Bulhmann, etc.).

⁴ Modèle bullaire : modèle a été développé par diverses études sur les bulles elles-mêmes et leur développement.

⁵ La plongée avec décompression obligatoire est une plongée nécessitant la tenue de paliers obligatoires répondant aux deux critères suivants : le temps total de retour à la surface n'excède pas 25 minutes et la profondeur maximale ne dépasse pas 60 m.

⁶ La plongée à décompression extrême est une plongée nécessitant la tenue de paliers obligatoires répondant au moins à un des deux critères suivants : le temps total de retour à la surface est supérieur à 25 minutes et la profondeur maximale dépasse 60 m.



5. LES TABLES DE PLONGÉE LIFRAS 1994

5.1 PRÉAMBULE

La Lifras entend rappeler qu'il appartient à chaque plongeur de choisir son/ses moyen(s) de décompression. Nous vous invitons à lire attentivement et complètement le manuel d'utilisation avant d'utiliser les Tables de plongée US NAVY 93.

La plongée sous-marine est une activité qui présente quelques risques. Une lecture attentive de ce manuel et un suivi attentif des instructions de celui-ci n'excluent pas des risques potentiels d'accident de décompression et autres accidents dus à la plongée.

Si vous n'acceptez pas ces risques, il faut renoncer à utiliser les Tables de plongée. La Commission de l'Enseignement ne peut en aucun cas être rendue responsable de cet usage.

Les Tables USN 1993 sont une ancienne version utilisée par l'US Navy qui en a fait une mise à jour en 2008 (Tables USN 2008).

Il existe à la Lifras un manuel « Tables Lifras 1994 » mode d'emploi. Il s'agit d'un condensé relatif à l'utilisation des Tables Lifras 1994 inspirées des Tables US NAVY 1993.

5.2 HISTOIRE

La littérature retrace l'histoire des Tables de plongée. Il est souvent fait référence à quelques moments clés de l'évolution des travaux scientifiques sur le sujet. Sans se targuer d'être historiquement exact, il est autorisé d'indiquer que les premiers constats relatifs à la décompression remontent aux travaux de Robert BOYLE en 1670. Il procède à l'examen d'une vipère qu'il décomprime et constate l'apparition de bulles dans l'humeur aqueuse des yeux et dans le sang.

En 1841, TRIGGER constate les premiers accidents de décompression chez l'homme et plus particulièrement chez des ouvriers travaillant dans des caissons sous pression dans l'eau.

En 1854, POL et WATELLE étudient de manière plus conséquente les accidents de décompression et surtout le processus de recompression ouvrant la voie vers les caissons thérapeutiques.

En 1861, BUCQUOY émet les premières hypothèses de remontée lente.

Dans les années 1870, Paul BERT réalise des expérimentations sur les animaux et conclut : « on ne paie qu'en sortant ... ».

La référence mondiale restera John Scott HALDANE qui en 1907 établit à la demande de la Royal Navy les premières Tables de plongée.

L'histoire se poursuit avec quelques grands noms : WORKMAN, BUHLMAN, HEPPELMAN, etc.

En 1990, les avancées en matière de décompression ont été significatives.

Ces dernières années, les progrès ont été assez relatifs.

Comment envisager l'élaboration de Tables de plongée ?

La conception de Tables de plongée nécessite d'élaborer des hypothèses physiologiques décrivant le mécanisme des échanges gazeux. Après avoir élaboré ces hypothèses, il faut décrire un modèle mathématique reflétant au plus juste la réalité physiologique.

Pour être proche de la description physiologique, il faut définir un contexte d'application, un protocole et une population de référence avec des caractéristiques communes.

Si on s'écarte de manière significative de ces éléments importants, le modèle ne pourra plus être considéré comme fiable. Ceci est très important dans toutes les notions de décompression.

Ces éléments seront validés, avec précaution, en s'appuyant sur une base de données, un processus d'expérimentation à grandeur humaine. Malheureusement, ces bases de données restent « assez » confidentielles.

5.3 LA DÉCOMPRESSION

Les Tables de plongée sont un ensemble de protocoles destiné à limiter de manière significative les risques de formation de bulles pathogènes d'azote à l'origine des accidents de décompression.

LES TABLES ZERO ACCIDENT N'EXISTE PAS

5.3.1 NOTIONS ÉLÉMENTAIRES

Vitesse de remontée 10 m/min ou 30 pieds. Cette vitesse doit être strictement respectée. Elle est le premier protocole de décompression.

LA PROFONDEUR MAXIMALE

La profondeur maximale atteinte, même si cette profondeur n'est atteinte que pour un bref instant est celle qui est utilisée pour déterminer la profondeur d'entrée dans les Tables. Si celle-ci ne figure pas sur les Tables, on relève la profondeur immédiatement supérieure.

LE TEMPS DE PLONGÉE OU TEMPS FOND OU D'ENTRÉE DANS LES TABLES

Le temps de plongée est le temps compris entre l'immersion et le moment où le plongeur décide de remonter à 10 m/min.

REMARQUE : Si la remontée est ralentie (irrégulière ou inférieure à 10 m/min), le temps de plongée sera déterminé soit au moment de où l'on décide de remontée à la vitesse prescrite ou à la profondeur du premier palier. Si le temps précis ne figure pas sur les Tables, on prend, par sécurité, le temps immédiatement supérieur. Ce temps s'appelle le temps d'entrée dans les Tables.

LE TEMPS TOTAL SURFACE (TTS)

Le TTS est le temps théorique de la remontée incluant la durée des paliers obligatoires.

L'INDICE DE SURSATURATION OU SYMBOLE

Le symbole est représenté par une lettre de A à N traduisant la quantité d'azote résiduel à la sortie de la plongée. Cette quantité devra être considérée pour une éventuelle plongée successive.

5.3.2 QUE REPRÉSENTE LE SYMBOLE S ?

POUR INFORMATION

La tension en surface est de 33 fsw (feet sea water/pied d'eau de mer) et la tension maximale est de 64,1 fsw. On a donc réparti la tension de cette manière-ci :

$$64,1 \text{ fsw} - 33 \text{ fsw} = 31,1 \text{ fsw}.$$

Chaque lettre des symboles correspond à une plage de tension de 2 fsw.

En divisant les 31,1 fsw par 2, on obtient 15,55 soit 16 symboles qui peuvent être présentés dans le tableau suivant :

A	33 À 34,9 fsw	I	49 à 50,9
B	35 à 36,9	J	51 à 52,9
C	37 à 38,9	K	53 à 54,9
D	39 à 40,9	L	55 à 56,9
E	41 à 42,9	M	57 à 58,9
F	43 à 44,9	N	59 à 60,9
G	45 à 46,9	O	61 à 62,9
H	47 à 48,9	Z	63 à 64,9
			Maximum autorisé pour une successive.

5.3.3 QUE REPRÉSENTE DONC L'INTERVALLE ?

L'intervalle, dans les Tables, est basé sur la désaturation du compartiment 120' à la pression de 1 bar. Il représente le temps qu'il faudrait, théoriquement, au compartiment 120' pour diminuer sa tension de 2 fsw (donc, pour passer à la lettre suivante).

5.3.4 QUE REPRÉSENTE LA PÉNALISATION ?

Elle représente le temps qu'il faut au compartiment 120', à une profondeur déterminée, pour que sa tension passe de 33 fsw à la tension maximum du groupe considéré.

Exemple : Si, après un intervalle quelconque, on est en « C » et qu'on replonge à 30 m, la pénalisation est de 10'. Cela veut dire qu'il faut 10' à 30 m pour que le compartiment 120' augmente sa tension de 33 fsw à 38,9 fsw qui est le maximum du symbole « C ».

5.3.5 PLONGÉE UNITAIRE

La plongée unitaire est une plongée qui débute alors que le plongeur n'a plus d'azote résiduel d'une plongée précédente.

5.3.6 PLONGÉE SUCCESSIVE

La plongée successive est une plongée successive à une autre plongée dont l'intervalle intervient entre 10 minutes et 12 heures après la sortie de la plongée précédente.

Ce type de plongée n'est réalisable que lorsque les Tables fournissent un indice de sursaturation (symbole).

5.3.7 PLONGÉE CONSÉCUTIVE

La plongée consécutive est une plongée intervenant dans les 10 minutes de la sortie de l'eau.

5.3.8 PLONGÉE EXCEPTIONNELLE

La plongée exceptionnelle est une plongée qui n'offre sur les Tables Lifras 1994 aucun indice de sursaturation. Elle génère des profondeurs importantes et de longs paliers. La validation de ces plongées est encore moins garantie.

Les profondeurs atteintes sont à la limite ou dépassent la profondeur de -60 mètres recommandée par la Commission de l'Enseignement pour la plongée à l'air.

5.4 PROCÉDURES D'EXCEPTION

Ces procédures peuvent nous intéresser dans le cadre de l'utilisation des ordinateurs de plongée. En effet, quelques-unes de ces procédures sont citées dans le document Lifras de la Gestion de la décompression à l'ordinateur.

5.4.1 EFFORT OU FROID

Lors de plongées dans lesquelles un effort est consenti ou encore lorsque le plongeur prend froid, on adapte le temps de plongée en prenant le temps supérieur (ligne suivante sur les Tables) pour effectuer le calcul de la décompression. En effet, celle-ci sera perturbée de manière significative. Cette procédure autorise la plongée successive.

En cas d'essoufflement, il faut considérer celui-ci comme un effort et appliquer la même procédure à la condition que l'essoufflement ne nécessite pas une remontée en surface.

Remarque :

Si l'effort est marqué et que l'essoufflement qui s'en suit nécessite une remontée à la surface, la successive n'est plus autorisée.

5.4.2 MER HOULEUSE OU AGITÉE

La mer houleuse entraîne en cas de plongée avec paliers un risque de décompression incontrôlée ou explosive. Malgré tout, cette situation peut se présenter. Il faudra respecter les paliers prescrits jusqu'au palier de 3 mètres. Celui-ci sera exécuté alors à 6 mètres mais en doublant le temps prescrit.

5.4.3 INTERRUPTION DE PALIERS

Dans un délai de 5 minutes maximum, il faut redescendre à la profondeur du palier le plus profond à la condition que le plongeur ne présente pas le moindre symptôme d'un accident de décompression. Ce protocole s'effectue même si l'exécution des paliers n'a pas débutée.

- ◆ Le temps du palier à -12 mètres sera effectué normalement.
- ◆ Le temps des paliers de 9, 6 et 3 mètres sera multiplié par 1.5.

EXEMPLE : Un palier de 2 minutes à 12 mètres = 2 minutes.

Un palier de 6 minutes à 3 mètres = $6 \times 1.5 = 9$ minutes.

5.4.4 REMONTÉE TROP RAPIDE

Pour rappel, la vitesse de remontée est de 10 mètres/minute. En cas de remontée à une vitesse supérieure à 10 m/min et lorsque le plongeur le constate, il s'arrête.

Deux situations se présentent à lui :

- ◆ AVANT LA SURFACE : le plongeur attend à la profondeur d'arrêt le temps théorique qu'il aurait dû mettre pour atteindre cette profondeur s'il avait respecté la vitesse de remontée.
- ◆ JUSQU'À LA SURFACE :
 - ✓ Plongée sans décompression obligatoire : en absence de symptômes d'accident de décompression, le plongeur se place en observation pendant une heure sous la surveillance d'une personne compétente. **PAS DE REIMMERSION.**
 - ✓ Plongée avec décompression obligatoire : on applique la règle de l'interruption de palier.

5.4.5 COLIQUE

A la sortie de l'eau, il arrive que le plongeur présente des douleurs abdominales importantes. Si les conditions climatiques et physiques le permettent : réimmersion à maximum 6 mètres. En cas de survenance lors de la remontée, il est essentiel d'évacuer l'excédent de gaz pour éviter un excès de distension gastrique.

5.4.6 AVION

Après une plongée, il est indispensable d'attendre une période avant de prendre l'avion ou de monter en altitude. Ceci pour garantir l'élimination des gaz dissous dans les tissus.

- ◆ 12 heures d'attente après une plongée sans palier ou unitaire.
- ◆ 24 heures d'attente après une plongée avec paliers ou après une plongée successive.



© S. Godin



S620 TI /

**UN DÉTendeur
ULTRA LÉGER
POUR UN CONFORT
MAXIMAL.**

scubapro.eu



S620 TI



SCUBAPRO®
DEEP DOWN YOU WANT THE BEST.™

6. MATERIEL

Le sujet du matériel a déjà été abordé à plusieurs reprises dans la formation du plongeur 1 étoile et 2 étoiles. Le plongeur 3 étoiles, le plus haut niveau de plongeur, doit pouvoir justifier certains choix de matériel. Pour cette raison, ce chapitre n'aborde que quelques aspects de l'équipement et du matériel spécifique. De manière générale, le matériel doit être fonctionnel, en bon état et entretenu. Il est recommandé de recourir aux services d'un technicien agréé par le constructeur.

	NON BREVETÉ & PLONGEUR 1★	À PARTIR DU BREVET PLONGEUR 2★
Palmes + masque + tuba	Obligatoire	
Vêtement		
Système de stabilisation		
Bouteille + manomètre ou sonde de pression		
Sifflet ou avertisseur sonore		
Couteau ou outil coupant adapté		
Deux sources de gaz respirable (*)		
Deux détendeurs sur deux sorties (**)	Recommandé	Obligatoire dans Nos Eaux Recommandé partout ailleurs
Compas		Obligatoire
Moyen primaire de décompression		
Back-up de décompression (selon les règles du « Manuel de décompression à l'ordinateur »)		
Parachute		
Lampe	Obligatoire : <ul style="list-style-type: none"> • de nuit, • sous glace, • en Zélande (bras ouverts), • en Mer du Nord. Recommandé partout ailleurs	
Dragonne	Obligatoire : <ul style="list-style-type: none"> • sous glace, • en Zélande (bras ouverts). Recommandé si courant ou visibilité réduite	

Règles des deux détendeurs en Milieu Naturel :

(*) Tous les plongeurs et moniteurs, doivent être équipés de deux sources de gaz respirable (par exemple : deux deuxièmes étages de détendeur sur un seul premier étage).

(**) Les sources de gaz respirable doivent être constituées de deux détendeurs complets (premier et second étages) branchés sur deux robinets distincts.

6.1 LE TUBA

Un bon plongeur a toujours son tuba avec lui. Ce tuba ne sera pas choisi n'importe comment. Et il en existe différents modèles ! Quelques conseils s'imposent.

Un tuba doit avoir un diamètre intérieur de minimum 15 mm (diamètre de la trachée) pour éviter un essoufflement provoqué par le faible volume d'air qui serait inspiré et expiré. Ce même diamètre ne pourra pas excéder 25 mm car, pour le vider, il faudrait faire des efforts expiratoires trop importants.

La longueur n'excèdera pas 35 cm, et cela pour deux raisons. La première est liée à la nécessité de limiter le volume d'air « stagnant », appelé aussi espace mort, et la seconde est qu'il est inutile d'essayer de respirer plus profond car le diaphragme, qui est le muscle créant l'inspiration, a une force limitée.

Le tuba idéal mesure 35 cm de long pour un diamètre intérieur de 20 à 22 mm. La plupart des tubas sont actuellement munis d'un embout orientable ce qui représente un facteur de confort. Cet embout peut être même orthodontique. Des soupapes placées généralement à hauteur de l'embout permettent un vidage plus aisé. Toutefois, ce type de produit a un coût élevé et malheureusement même les moins négligents perdent cet instrument. De plus, la présence de sable ou autre particule peut affecter le fonctionnement de la soupape et faire rentrer de l'eau.



Le corps du tuba est généralement en caoutchouc ou en plastique coloré. Pour les entraînements en piscine, un tuba souple est un plus pour la sécurité car, en cas de remontée non contrôlée et de collision avec un plongeur en surface, les lésions seront moins importantes avec un tuba souple.

Il n'est pas inutile de rincer son tuba, surtout pour le tuba en caoutchouc, à l'issue d'un entraînement en piscine. Il est intéressant également de vérifier régulièrement l'état du tuba que l'on emporte en plongée : hygiène, fuite, accessibilité, etc.

6.2 LE COUTEAU

Il s'agit d'un accessoire indispensable, notamment pour la sécurité, même si son usage est limité.

Il n'est pas nécessaire de se promener avec une machette fixée à la jambe pour que cela soit efficace. Les couteaux modernes sont plus petits et s'attachent de manière plus aisée sur une des pièces de l'équipement du plongeur. La notion de triangle de sécurité prend dans ce chapitre tout son sens et particulièrement avec le positionnement du couteau.

Un bon couteau s'évalue à la qualité de l'acier utilisé pour sa fabrication. Il doit avoir un côté tranchant et un côté en dents de scie. La poignée doit permettre de tenir le couteau facilement en main, également quand on utilise des gants.

Certains préfèrent, pour couper des bouts ou des filets, utiliser une cisaille avec laquelle on a effectivement plus de force.

A l'issue d'une plongée, il est utile de le rincer. Après quelques immersions, le graisser avec de la silicone offre des garanties de longévité. Mais surtout, il est important de contrôler régulièrement l'efficacité du tranchant des lames.

Certains plongeurs souhaitent placer le couteau au mollet avec des sangles. Si cette option est prise, il faut veiller à le placer du côté de votre main forte (droite pour les droitiers, gauche pour les gauchers). Toutefois, cette configuration est moins opportune puisqu'elle n'adopte pas le concept du triangle de sécurité.



Le marché de l'accessoire de plongée regorge de gadgets. Il est parfois difficile de faire la part des choses. L'expérience confirme que les coupes filins de type « Easy Cut » sont d'une rare efficacité et d'une grande disponibilité. Il est surprenant de voir son efficacité tant sur des cordes molles, des filets souples et ou flottants ou des cordages d'un bon diamètre. Il s'utilise à une main. La tenaille ou le sécateur de jardin sont des outils qu'il est utile d'emporter en fonction des circonstances de plongée. Attention à maintenir les lames en état et à contrôler régulièrement leur bon fonctionnement. Ces outils-là font appel aux deux mains. Tenir le filet ou le cordage tendu et le(s) couper n'est pas chose évidente.

Le triangle de sécurité est une zone dans laquelle doivent être placés les accessoires de plongée indispensables à la sécurité du plongeur. On y retrouve notamment le détendeur de secours, l'inflateur du gilet de stabilisation, l'accès à la purge rapide, éventuellement un outil de coupe, et un sifflet.

6.3 LA BOUTEILLE

6.3.1 SA FABRICATION

Les matériaux de fabrication des bouteilles de plongée sont diverses : acier, aluminium, carbone, etc. La fabrication des bouteilles en acier dépend du matériau de départ :

- ◆ Tube en acier.
- ◆ Plaque d'acier.
- ◆ Tronçon d'acier.

Les plaques d'acier sont embouties et filées (procédé IWKA).

Les tubes d'acier sont découpés à la dimension voulue. Ils sont ensuite « fluotournés¹ » (procédé ROTH).

Le fond de la bouteille est plus épais et donc celle-ci est plus lourde.

Le tronçon est chauffé et filé pour obtenir un corps creux. Après cette percée à chaud, on entame la réduction des angles extérieurs.

Le col est réalisé par fluotournage, usinage, traitements thermiques, etc.



Il n'est pas question de souder une bouteille lors de sa fabrication. Il s'agit donc d'une construction en un jet. Sur base d'un cylindre dont la construction est décrite ci-dessus, une dernière option est l'enroulement de fibre de carbone sur une base en aluminium ou en acier. Il s'agit des bouteilles dites « carbone ». L'épaisseur de la partie métal est réduite pour être compensée par une enveloppe carbone. La bouteille pèse dès lors moins.

Il existe une norme spécifique CE (PED) sur les marquages imposés sur nos bouteilles de plongée. Sinon en ce qui concerne les fréquences d'inspection, le Règlement Général sur la protection du Travail (RGPT) et son article 358a et amendement reprennent les obligations en la matière.

¹Fluotournage est un procédé de fabrication basé sur la déformation d'une pièce appelée flanc.

Généralement les bouteilles de plongée que nous trouvons en Belgique sont des bouteilles en acier. Mais il existe également des bouteilles en fibres de carbone et en aluminium. Les bouteilles en aluminium servent plutôt de bouteilles de décompression ou de secours (Bail-Out). Les bouteilles en fibres de carbone sont des bouteilles en acier recouvertes d'un liner de carbone. Ce dernier ne peut être ni peint ni masqué.

La pression de service des bouteilles de plongée varie entre 170 et 300 bars. La plupart des bouteilles modernes en acier autorisent une pression de service de 230 bars. En règle générale, la pression de service est de 200 bars. D'anciens récipients, toujours utilisés car bien entretenus, ont une pression de service de 170 bars. Ces bouteilles sont de plus en plus rebutées lors du passage à la ré-épreuve. Le risque de soumettre une bouteille à une pression de service supérieure à celle autorisée, par négligence, est trop élevé. En effet, même si elles résistent à une pression de ré-épreuve 50 % plus élevée, celle-ci reste extrême et n'est pas faite pour être utilisée au quotidien étant donné le problème de la fatigue des matériaux (i.e. si vous pliez un morceau de métal trop fort et trop souvent il finira par casser).

La bouteille en acier est composée d'un matériau qui est un alliage d'acier et de molybdène. Ce mélange offre une solidité élevée mais est sujet à la corrosion. La corrosion interne est généralement due à une infiltration d'eau par la robinetterie ou par de l'air mal asséché sortant d'un compresseur défectueux.

Pour prévenir la corrosion externe, une métallisation (pulvérisation à chaud d'une couche de zinc ou de zinc-aluminium) recouverte d'une peinture polyuréthane au four apporte la meilleure protection. Une peinture bien visible et entretenue est un atout. Toutefois, une protection extérieure est obligatoire mais aucune couleur n'est imposée en ce qui concerne les bouteilles de plongée en Belgique.

Une bouteille est équipée d'accessoires indispensables ou utiles :

- ◆ Le robinet (*voir chapitre particulier*).
- ◆ Un socle en caoutchouc (appelé vulgairement le cul de la bouteille).
- ◆ Un filet de protection, qui permet de protéger la peinture extérieure et d'assurer un meilleur drainage de l'eau, notamment au niveau du culot.
- ◆ Une poignée de portage fixée au-dessus de la bouteille, juste en dessous du robinet.

Pour rappel :

La bouteille doit également porter des inscriptions obligatoires :

- ◆ Nom du fabricant.
- ◆ Numéro de la bouteille.
- ◆ Année de fabrication.
- ◆ Volume ou capacité intérieure.
- ◆ Poids de la bouteille à vide.
- ◆ Pression d'épreuve (1 fois et demie la pression de service).
- ◆ Pression de service.
- ◆ Dates de ré-épreuves (mois et année).
- ◆ Température d'utilisation.
- ◆ Date de la première épreuve.



La nature du gaz est reprise sur la bouteille : air, oxygène ou Nitrox.

Parfois, il est possible d'identifier sur la bouteille le type de filet de robinetterie utilisé (e.g M25x2). La bouteille d'air comprimé doit comporter un marquage indiquant le filetage du col selon l'EN 144-1, dans lesquels les types préférentiels sont M 18 x 1,5 et M 25 x 2.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

C'est une garantie supplémentaire lors du changement de la robinetterie. Attention aux incompatibilités, elles sont source d'accidents extrêmement graves. Pour les nouveaux cylindres, ce marquage est obligatoire. Il reste toutefois des bouteilles en circulation qui ne reprennent pas ces indications : la prudence est donc de mise.

Le marquage « CE » offre la garantie d'être accepté au gonflage dans les pays européens. Toutefois, une bouteille marquée « CE » doit également porter le poinçon du pays d'importation pour y être utilisée.

La bouteille marquée « CE » est conçue, fabriquée, contrôlée et vérifiée de la même façon quel que soit le fabricant. Une bouteille « CE » importée en Belgique doit avoir le « double poinçon » pour pouvoir être utilisée. Depuis quelques années, des nouveaux poinçons internationaux apparaissent sur les bouteilles. Il s'agit de la preuve de certifications internationales de fabrication plus étendues encore que la norme CE.

Il s'agit du poinçon Π (Pi).



En Belgique, les récipients destinés à contenir des gaz sous pression sont soumis à divers examens obligatoires par des organismes agréés (AIB, Apragaz, etc.). Ces examens sont imposés par le Règlement Générale sur la Protection du Travail (RGPT) et non par une réglementation spécifique « matériel de plongée ». Il existe bien un Arrêté Royal 11 juillet 2016 relatif à la mise à disposition sur le marché des équipements sous pression.

6.3.2 L'INSPECTION DES BOUTEILLES

Pour rappel :

les récipients destinés à l'air comprimé font l'objet de deux types d'inspection :

- ◆ L'épreuve hydraulique qui doit être effectuée tous les 5 ans et qui est mentionnée par un poinçon de la firme d'inspection, de la lettre R et de la date de la ré-épreuve.
- ◆ L'examen optique qui doit être effectué tous les 2 ans et demi (30 mois), et qui est mentionné par le poinçon de la firme d'inspection, de deux lettres R, et la date de la ré-épreuve.

LES BOUTEILLES EN ACIER CARBONE TOMBENT SOUS LA MÊME RÉGLEMENTATION

Attention : Chez nos voisins, la réglementation peut être différente. En France et en Espagne notamment, une inspection annuelle est requise (inspection visuelle) et la ré-épreuve hydraulique est obligatoire tous les deux ans en France.

6.3.3 EN QUOI CONSISTE UNE RÉ-ÉPREUVE DE BOUTEILLE ?

OPTIQUE :

La bouteille est présentée à l'inspection d'un organisme agréé. La robinetterie est retirée de même que le culot de bouteille. Le filet est également enlevé pour permettre un examen externe complet. Le marquage de la bouteille est de la sorte apparent et permet à l'ingénieur chargé de la certification de relever toutes les indications utiles à la rédaction du rapport d'inspection.

Ensuite, un contrôle visuel interne et externe est effectué. Une petite lampe est introduite pour constater l'état du revêtement intérieur. Pour rappel, celui-ci doit être « brut ». Il est dès lors souhaitable de présenter une bouteille dont l'intérieur est « propre » pour éviter un refus.

Si la visite est concluante, un certificat est délivré et le marquage correspondant est repris sur le cylindre. La bouteille peut être rééquipée complètement.

HYDRAULIQUE :

La bouteille est présentée dans les mêmes conditions que l'inspection visuelle. Un contrôle visuel est effectué. Il sera suivi d'une mise sous pression du cylindre.

L'organisme de contrôle utilise habituellement de l'huile comestible. Mais le contrôle peut également être effectué à l'eau. Il est préférable d'ailleurs de demander une épreuve à l'eau pour éviter un contrôle avec de l'huile recyclée et donc où le risque de pollution est évident. Le contrôle des bouteilles Nitrox se fait toujours à l'eau.

La bouteille est remplie du liquide qui est mis sous pression. La limite pratiquée est la pression d'épreuve qui est de fait supérieure à la pression de service. La variation de volume du cylindre est analysée. Si celle-ci ne respecte pas les limites, la bouteille est rebutée.

Parfois, le filet recevant le robinet de la bouteille est endommagé pour éviter malgré tout un usage « abusif ». Cette procédure n'est pas conforme. L'organisme certificateur appose un marquage de plusieurs X sur les mentions importantes de la bouteille. L'utilisateur sera donc conscient de l'interdiction du gonflage de ce cylindre qui ne présente plus les caractéristiques de sécurité. Il récupère malgré tout le cylindre.

Si l'aspect intérieur semble douteux, l'organisme contrôle le poids à vide de la bouteille sans robinetterie (refus si perte de 10 % de la valeur à la fabrication) et éventuellement l'épaisseur de la paroi de la bouteille à différents endroits grâce à un capteur ultrasonore.

Après les tests de ré-épreuve, toutes les bouteilles doivent être bien séchées. L'huile doit être évacuée au maximum pour éviter sa dégradation et un mauvais goût à l'inspiration. L'eau doit être évacuée puisqu'elle sera à l'origine de l'oxydation de l'intérieur du cylindre.

6.3.4 COMMENT DÉMONTÉ/REMONTER UN BI-BOUTEILLES ?

Pour toutes les manipulations réalisées, les bouteilles seront vides.

Chaque bouteille est équipée d'un culot de protection garantissant un positionnement debout du bi. Il suffit de le retirer de la bouteille, simplement. Si le bi est équipé de cerclage en Inox, il y a lieu de les enlever en les faisant glisser vers le bas après les avoir desserrées légèrement.

La robinetterie est démontée en séparant la robinetterie de gauche et ensuite de droite en récupérant l'isolateur. Attention ! Un écrou fendu est placé sur un des deux axes de l'isolateur. En faisant face à la robinetterie (sortie d'air vers soi), l'écrou se trouve sur la gauche.

Les deux bouteilles démontées complètement peuvent être inspectées. Les filets seront enlevés.

Pour remonter son bi, après avoir bien veillé au séchage des parois intérieures de chaque fût, on équipe les bouteilles des robinetteries. Les deux bouteilles équipées de leur robinet seront unies par l'isolateur en veillant à ce que le pas de vis « accroche » en même temps. L'isolateur servira de vis en veillant à visser vers l'avant. L'isolateur sera serré à fond et puis dévissé de 3 tours complets. Le serrage des robinetteries s'effectuera à la clé dynamométrique.

Les deux écrous sont alors serrés au plus près des robinets mais sans pression excessive.

Les cerclages éventuels seront serrés. Pour éviter un dépôt de rouille dans la zone de cerclage, il est possible d'apposer sur la face intérieure, du ruban autocollant. Le cerclage haut sera placé à la limite de la zone où la bouteille s'arrondie.

PREFERER FAIRE REALISER CETTE OPERATION PAR DES PROFESSIONNELS

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

6.4 LES ROBINETTERIES

Les robinetteries sont en laiton chromé, brillant ou mat, ou en acier inoxydable. En Europe, elles ont généralement le même pas de M25 x 200, mais on trouve encore des robinetteries avec d'autres pas, dont certains coniques.

Attention, il est crucial de monter un robinet sur une bouteille aux filets identiques ou pour le moins compatibles. Cette compatibilité peut être contrôlée en utilisant un peigne à filet.



Il y a donc lieu de consulter les indications de la robinetterie et de la bouteille et de vérifier la conformité. Cette négligence est à l'origine de plusieurs accidents graves voire même mortels. En cas d'hésitation ou si le robinet semble dur à visser dans la bouteille, consultez un spécialiste avant d'agir.

		ROBINETS			
Filetages		25 x 200 SI	M25 x 2 ISO	¼ NPSM	¼ BSP
Bouteilles	25 x 200 SI	Se monte	Ne se monte pas Nota 2	Ne se monte pas	Ne se monte pas
	M25 x 2 ISO	Se monte Sans danger	Se monte	Ne se monte pas	Ne se monte pas
	¼ NPSM	Danger Nota 1	Danger Nota 1	Se monte	Ne se monte pas Nota 2
	¼ BSP	Danger Nota 1	Danger Nota 1	Se monte Sans danger	Se monte

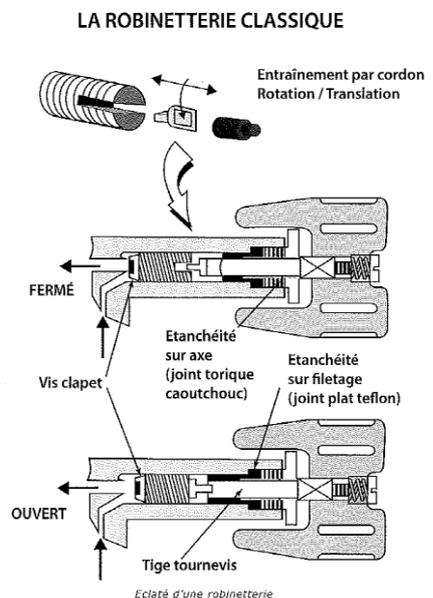
Nota 1 : Peut se monter si robinet au mini et bouteille aux maxi : DANGER
Nota 2 : Peut se monter si robinet au mini et bouteille aux maxi : SANS DANGER

Les robinets permettent évidemment de contenir l'air sous pression dans la bouteille et d'y fixer un détendeur.

Auparavant, le système de fixation du détendeur sur la bouteille le plus répandu était le mode « étrier ». Il cède sa place de plus en plus au mode « DIN » (Deutsches institut fuer normungev »).

Les robinetteries récentes permettent de faire usage des deux systèmes par le retrait d'un insert ou opercule à l'aide d'une clé Allen.

Attention : les robinetteries « étrier » sont limitées à une pression de 225 bar alors que le système « DIN » autorise l'usage d'une pression à 300 bars.



Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Les sièges de robinets sont aux normes internationales d'un diamètre de 17,8 mm soit un raccord avec la bouteille par un pas M25*2.

Le filetage recevant le détendeur est classiquement un pas G5/8 pour l'air et M26*2 pour les mélanges suroxygénés. Ce dernier filetage s'impose déjà pour un Nitrox à partir de 22 %.

Le volant d'ouverture et de fermeture de la robinetterie doit être manipulable avec des gants et donc d'un accès aisé. Le volant peut être de différentes couleurs. Par convention, le vert est destiné à l'usage du Nitrox.

Les robinetteries sont équipées d'un petit tube qui plonge dans la bouteille, soit en matière plastique soit en laiton. Il s'agit du tube de Broussart, qui laisse passer librement l'air, et qui, quand le plongeur évolue avec la tête plus basse que le corps (position du canard, ou de descente), permet d'éviter que de l'eau contenue dans la bouteille ou des particules de rouille (bouteille mal entretenue) ne viennent obturer la robinetterie et empêcher le libre passage de l'air.

Lors de l'usage, la robinetterie sera ouverte au maximum avec un retour en arrière d'un quart de tour. Il est essentiel de disposer d'un passage d'air maximum. A la fermeture de la bouteille, il ne faut pas forcer le robinet au risque d'écraser le siège.

Le système de robinetterie est composé d'un volant extérieur habituellement de couleur noire (sauf le Nitrox en vert). Ce volant est équipé d'une vis agissant sur la rotation du cardan. Le cardan agit sur la vis à clapet qui à son extrémité est équipé d'un joint. Cette vis serrée empêche de libérer de l'air.

En cas de fuite au niveau de la robinetterie du côté du système décrit, plusieurs joints peuvent en être la source, notamment le petit joint torique glissé sur la tige de commande.

Attention, il existe en fonction de la marque de la robinetterie plusieurs longueurs de vis agissant sur le dispositif de rotation du cardan mais aussi plusieurs modèles de vis clapet.



6.5 LA COMBINAISON

Là il y en a vraiment pour tous les goûts. En fonction de la température de l'eau, on choisira une combinaison plus ou moins épaisse.

Dans nos carrières, une épaisseur de 7 à 8 mm est nécessaire, voire plus. En Méditerranée, une combinaison de 5 mm d'épaisseur sera bien supportée, tandis que l'on pourra se contenter d'une combinaison de 2 à 3 mm pour des eaux plus chaudes (au-delà d'environ 26 °C).

On peut également placer sous la combinaison une sous-veste de 2 ou 3 mm d'épaisseur.

6.5.1 COMMENT EST RÉALISÉ LE NÉOPRÈNE NOUS SERVANT DE PROTECTION THERMIQUE ?

Le néoprène est en fait du caoutchouc mousse, entre deux couches de tissu, une intérieure au contact de la peau et l'autre plus résistante à l'extérieur. En cours de plongée, les petites bulles du néoprène vont être soumises à l'implacable loi de Boyle et Mariotte, et vont bien entendu diminuer de volume, ce qui va entraîner un « écrasement » du néoprène et donc diminuer les qualités d'isolation de ce dernier.

Après une plongée, ne faites pas sécher votre combinaison en plein soleil ou ne la rangez pas toute mouillée dans votre sac de plongée. Un bon rinçage, bien abondant, et le rangement au sec sur un cintre, sont les meilleurs moyens de conserver longtemps votre combinaison. Ajoutez à cela un peu de paraffine sur les fermetures à glissière (les tirettes) ainsi qu'une réparation immédiate de tous les accrocs.

La combinaison étanche est traitée dans le chapitre relatif à l'organisation « costume étanche » (cfr 8.10).

Pour rappel :

La Lifras a mis au point un brevet de spécialisation de plongée en combinaison étanche que le plongeur devra posséder s'il veut effectuer des épreuves en eau libre avec ce type de combinaison.

6.6 LES DÉTENDEURS

Un détendeur réduit la pression de l'air comprimé de la bouteille. C'est un appareil qui permet de respirer normalement sous eau, quelle que soit la profondeur à laquelle le plongeur évolue. C'est bien entendu une pièce maîtresse de l'équipement du plongeur, qui mérite également un entretien régulier et des précautions de manipulation et de rangement.

Il y a pléthore de choix de détendeurs qui seront achetés sur base de différents critères :

- ◆ Coût.
- ◆ Résistance au froid.
- ◆ Légèreté (pour les voyages en avion).
- ◆ Aisance de respiration.
- ◆ Nombre de sorties HP et BP.
- ◆ Garanties.
- ◆ Facilité d'entretien.
- ◆ Etc.

6.6.1 LES NORMES NBN EN 250 – POUR INFORMATION

Les détendeurs vendus en Belgique doivent satisfaire à la norme NBN EN 250 et EN 250 A relative aux appareils respiratoires, appareils de plongée autonome à air comprimé et à circuit ouvert.

Les critères de la norme permettent de comparer les détendeurs entre eux sur des éléments objectifs.

Elle reprend les caractéristiques suivantes :

- ◆ La sensibilité (dépression nécessaire à l'ouverture du clapet).
- ◆ Le travail respiratoire (évalué à différentes profondeurs, ce critère reflète les performances du détendeur) en Joules par litre d'air respiré.
- ◆ La courbe respiratoire (contrôlée par des machines à respirer). Le débit prescrit (62,5 l/min à raison de 25 cycles de 2,5 litres par minute) doit être assuré jusqu'à une profondeur de 50 mètres.
- ◆ Le fonctionnement est analysé à une température de 10 °C. (0 °C pour certains modèles « froid »).
- ◆ La pression inspiratoire négative et positive.
- ◆ La pression expiratoire.

6.6.2 LE DÉTENDEUR À 1 ÉTAGE

Le détendeur de type un étage a quasi définitivement laissé la place aux détendeurs deux étages. Bien que son mode de fonctionnement présente des similitudes avec le mode de fonctionnement du 2ème étage du détendeur à deux étages, nous n'allons pas l'aborder pour nous intéresser au détendeur à 2 étages.

6.6.3 LE DÉTENDEUR À 2 ÉTAGES

Les détendeurs sont conçus pour des pressions de 200 bars, voire 300 bars pour la plupart lorsqu'ils sont construits en DIN. Le DIN 300 bars dispose d'un filet plus long que le DIN 200 bars. Un détendeur 300 bars peut être monté sur une bouteille 200 bars, mais pas l'inverse.

Le détendeur deux étages est constitué d'un premier étage qui se fixe par un étrier ou par un pas de vis DIN, sur la robinetterie de la bouteille.

Il permet une première réduction de l'air contenu dans la bouteille à une pression de 8 à 12 bars au-dessus de l'ambiance, selon les modèles. L'air est ensuite réduit, par le second étage, à une pression équivalente à la pression ambiante.

Un tuyau « moyenne pression » relie le premier étage et le second étage entre eux. Le second étage se place dans la bouche à l'aide d'un embout buccal.

Deux types de premier étage :

- ◆ Le premier étage à membrane.
- ◆ Le premier étage à piston.

Les détendeurs à piston et à membrane ont des fonctionnements de base identiques. La séparation moyenne pression et haute pression est réalisée soit par une membrane soit par un piston.



MK17 Evo à membrane (à chambre sèche)

MK25 Evo à Piston

LE PREMIER ÉTAGE À MEMBRANE :

Il se caractérise par une division en trois compartiments différents, soit une chambre humide, une chambre de moyenne pression et une chambre de haute pression.

Dans le corps du premier étage, on retrouve les pièces qui vont permettre à l'air comprimé dans la bouteille de se détendre à une certaine valeur de pression soit :

- ◆ Un ressort taré qui se trouve dans la chambre humide.
- ◆ Une membrane, qui fait la séparation entre la chambre humide et celle de la moyenne pression.
- ◆ Un pointeau et un clapet « haute pression ».
- ◆ Un ressort « haute pression ».

Comment cela fonctionne-t-il ?

Aussi longtemps que la bouteille n'est pas ouverte, le ressort taré exerce une pression sur la membrane, qui appuie sur le pointeau, libérant le clapet « haute pression » de son siège.

A l'ouverture de la bouteille, de l'air haute pression (200 bars) envahit la chambre haute pression du détendeur et s'introduit dans la chambre moyenne pression, étant donné que le clapet « haute pression » est ouvert.

L'air qui se répand dans la chambre moyenne pression va exercer une pression opposée à celle du ressort taré sur l'autre face de la membrane. Celle-ci se déforme progressivement dans l'autre sens, agit sur le pointeau qui va refermer le clapet « haute pression ».

On aura compris que c'est la valeur de tarage du ressort, à laquelle il faut ajouter la valeur de la pression absolue, qui va donner la valeur de la moyenne pression.

Lorsque le plongeur va inspirer, il va vider la chambre moyenne pression, si bien que la pression interne de cette chambre va fortement diminuer et que le ressort de la chambre humide va, avec la pression ambiante, à nouveau exercer une pression sur la membrane, qui va agir sur le pointeau pour à nouveau commander l'ouverture du clapet haute pression.

On aura compris que toutes ces pièces sont constamment en mouvement.

LE PREMIER ÉTAGE À PISTON :

Il a un mode de fonctionnement un peu plus simple. La pièce maîtresse de ce premier étage est son piston, qui remplace à la fois la membrane, le pointeau et le clapet « haute pression ». C'est le va-et-vient du piston qui va remplacer le rôle de la membrane. Il est creux de manière à laisser passer l'air. C'est l'extrémité du piston qui repose sur le siège de la haute pression, jouant ainsi le rôle du clapet HP.

On y retrouve un ressort taré, une chambre humide, une chambre haute pression et une chambre moyenne pression, mais avec une inversion de ces dernières.

Comment cela fonctionne-t-il ?

Dans la chambre humide, le ressort taré pousse sur le piston dont l'extrémité qui sert de clapet n'est pas en contact avec le siège haute pression.

A l'ouverture de la bouteille, l'air HP envahit la chambre haute pression, l'air s'infiltré par la partie creuse du piston, envahit la chambre moyenne pression et pousse alors sur la partie large du piston, de manière à venir vaincre la pression exercée par le ressort taré et la pression ambiante. L'extrémité du piston obture le clapet empêchant l'air de sortir de la bouteille.

A l'inspiration du plongeur, la chambre moyenne pression se vide, le ressort taré et la pression ambiante font reculer le piston et le siège HP est à nouveau libéré, ce qui permet à l'air de sortir à nouveau de la bouteille.

Le second étage :

Il est relié par le tuyau « moyenne pression » dont on a déjà parlé. Il permet de détendre l'air une seconde fois, mais à la pression ambiante. On le maintient en bouche par un embout buccal, qui peut même être orthodontique. Ce second étage a un principe de fonctionnement quasiment identique à notre détendeur 1 étage. Il est constitué d'une chambre sèche et d'une chambre humide, séparées l'une de l'autre par une membrane. La partie sèche contient bien entendu toutes les pièces du mécanisme de détente de l'air tandis que la partie humide est inondée d'eau, de manière à ce que la membrane puisse subir la pression ambiante.

Comment cela fonctionne-t-il ?

Au repos, le clapet est maintenu sur le siège de l'arrivée moyenne pression par un ressort. La pression de l'eau va s'exercer dans la partie humide du détendeur sur la membrane qui va se déformer, quand le plongeur va inspirer. En se déformant, elle agit sur un levier qui est solidaire du clapet. Le levier en mouvement va tirer sur le clapet de manière à le séparer du siège de la moyenne pression. L'air va envahir la partie sèche du détendeur et repousser la membrane jusqu'à ce qu'elle revienne à sa position initiale. Le levier se relève et le clapet se ferme. L'air ne peut plus passer.

A l'inspiration, le plongeur va vider l'air contenu dans la partie sèche et y créer par conséquent une dépression. La pression ambiante de l'eau va à nouveau repousser la membrane qui commandera par l'intermédiaire du levier, l'ouverture du clapet.

L'air expiré passe directement à l'extérieur par la soupape d'expiration qui est une petite membrane souple, qui se soulève à l'expiration et se referme à l'inspiration, évitant ainsi l'entrée d'eau.

6.6.4 LA COMPENSATION

On aura facilement compris que la valeur de pression de la bouteille va constamment diminuer tout au long de la plongée. Cette pression diminuante va agir moins fortement sur la membrane ou sur le piston, et on constatera que la valeur de la moyenne pression va diminuer sensiblement entraînant un effort inspiratoire plus important en fin de plongée. Il fallait donc trouver un système qui permette de garder, tout au long de la plongée et qu'elle que soit la valeur de la haute pression (celle de l'air contenu dans la bouteille), une moyenne pression constante. La compensation est établie de manière différente en fonction du constructeur. Une première méthode est celle décrite ci-dessus. Une autre méthode est celle qui corrige la moyenne pression en fonction de l'ambiance. Certains constructeurs « surcompensent » en augmentant un peu plus la moyenne pression pour compenser l'augmentation de résistance (perte de charge due à l'augmentation de viscosité) dans la tuyauterie et ainsi faciliter la respiration. Le type de détendeur « à surcompensation » est effectivement un peu plus cher mais reste conseillé pour la pratique de la plongée profonde.

6.6.5 LE BOUTON DE SURPRESSION

Le deuxième étage est également équipé d'un bouton de surpression, qui agit directement sur la membrane. Il permet de donner un apport d'air supplémentaire, de gonfler votre bouée de palier ou encore simplement de purger le détendeur, quand on ferme la bouteille. Il permet également, si un plongeur en panne d'air n'a plus d'air dans ses poumons pour évacuer l'eau de la chambre humide, d'évacuer celle-ci en poussant sur ce bouton (c'est pourquoi le plongeur donnant de l'air doit laisser accès à ce dernier).

Certains détendeurs sont munis au niveau du second étage d'un mécanisme simple qui permet de faire varier la résistance à l'inspiration en travaillant sur la tension du ressort du clapet. Ce dispositif permet un réglage sous l'eau, en tournant simplement une petite mollette.



© S. Godin

6.6.6 LE TUYAU

Le tuyau de « moyenne pression » relie le premier et le second étage. Il est vissé sur une sortie « moyenne pression » du premier étage. Il doit être à la fois souple et résistant, et sa longueur moyenne est d'environ 80 cm. Le tuyau d'un détendeur de type Octopus sera quant à lui légèrement plus long, soit 100 cm environ. Toutefois, au bénéfice de la plongée technique, une autre configuration efficace s'est développée. Le plongeur fait usage de son détendeur principal équipé d'un tuyau dont la longueur est de 100 cm. En cas de besoin, il offrira ce détendeur, sachant que celui-ci fonctionne, ce qui sera d'un réconfort pour le plongeur en difficulté. La longueur du tuyau permettra également un plus grand confort en cas de poursuite de la plongée vers la surface par exemple. Le détendeur d'urgence/secours ou Octopus sert alors exclusivement au plongeur qui a

offert son détendeur principal. La courte configuration du tuyau ne pose dès lors plus aucun problème puisqu'il ne devra pas y avoir d'échange d'embout.

La couleur du tuyau peut également être adaptée au besoin. Un détendeur délivrant de l'oxygène est équipé d'un tuyau vert. Un tuyau jaune a habituellement une connotation « secours ». Il peut dès lors être la couleur du détendeur principal. De la sorte, celui-ci sera visible par les compagnons en cas de besoin. Le détendeur de secours devenant « personnel », il n'est plus nécessaire de l'équiper d'un tuyau coloré.

La question se pose dès lors de savoir si rallonger son tuyau modifie les données techniques du détendeur. En théorie, il est permis d'avancer que cette modification a une incidence. Toutefois, l'impact étant imperceptible mais le résultat plus efficace en cas de sauvetage, il paraît souhaitable d'induire cette modification.

Mais attention à ce que les appareils respiratoires soient soumis aux normes EN 250. Celles-ci précisent des données techniques auxquelles le détendeur doit correspondre.

Cette modification impacte-t-elle sur la norme ?

6.6.7 L'ENTRETIEN DU DÉTENDEUR

L'entretien du détendeur est très important. On évitera les heurts et les coups sur le matériel pour protéger les petites pièces du mécanisme. On rincera abondamment son détendeur après chaque plongée, en eau salée, en eau chlorée ou en eau douce, en veillant à ce que de l'eau n'entre pas dans le premier étage par le bronze poreux, qui filtre une dernière fois l'air d'éventuelles impuretés contenues dans la bouteille. On rangera ensuite le détendeur dans un endroit sec et à l'abri de la poussière. On fera procéder à un entretien annuel par un spécialiste, qui pourra facilement détecter toutes les usures anormales pouvant entraîner un mauvais fonctionnement de votre détendeur.



© Neil Andrea for Scubapro

Givrage du détendeur

Le givrage est dû à un fort refroidissement lié à la détente de l'air passant brusquement d'une valeur de pression élevée à une valeur plus faible (c'est un phénomène thermodynamique connu, l'inverse est vrai lors du gonflage – voir plus loin), soit dans le premier étage soit dans le deuxième étage. Il peut bloquer des pièces mécaniques et/ou former des cristaux d'eau en cas de présence d'humidité. Que faire en cas de givrage du détendeur ? Cet aspect doit être intégré dans le briefing de plongée pour garantir la bonne connaissance de la procédure par chaque participant.



© Ph. Halloin

Mais il existe plusieurs procédures :

- ◆ Passer sur le second détendeur et remonter en surface sans fermer l'arrivée d'air du détendeur en débit.
- ◆ Passer sur le second détendeur et indiquer à son compagnon de plongée le débit d'air pour qu'il intervienne sur le détendeur dysfonctionnant.
- ◆ Passer sur le second détendeur et fermer soi-même son arrivée d'air sur le détendeur en débit : par une valve Shut-Down (fermeture de la robinetterie) ou l'utilisation d'un flow stop (dispositif de fermeture du passage de l'air placé sur le tuyau juste avant le second étage).
- ◆ Passer sur le second détendeur, fermer ou faire fermer l'arrivée d'air du détendeur en débit. Attendre quelques instants et rouvrir ou faire rouvrir l'arrivée d'air.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Chaque procédure a ses avantages et ses inconvénients. Rien n'est simple.

Citons entre autres :

- ◆ Maintien de la pression dans le détendeur et éventuellement l'inflateur.
- ◆ Perte de gaz importante.
- ◆ Difficulté de respirer sur un détendeur en débit continu.
- ◆ Les bulles nombreuses peuvent induire une perte de repère.
- ◆ Interruption de la plongée.
- ◆ Risque de fermer la mauvaise robinetterie.
- ◆ Obligation d'avoir deux détendeurs.
- ◆ Matériel supplémentaire.
- ◆ Maîtrise de technique particulière.
- ◆ Etc.

6.7 LE MANOMÈTRE IMMERGEABLE

Le manomètre immergeable ou submersible renseigne le plongeur tout au long de sa plongée la valeur de la pression résiduelle dans la bouteille. Il se monte sur une prise HP du premier étage du détendeur. Le tuyau qui relie le manomètre au détendeur est un tuyau « haute pression ». Le pas de vis sur le détendeur est différent de celui du tuyau MP pour éviter des erreurs de montage.

Le manomètre se présente comme un cadran simple, entouré d'une gaine en caoutchouc pour le protéger ou alors un cadran au sein d'une console dans laquelle peuvent pendre place d'autres instruments comme le compas, un profondimètre électronique ou encore un ordinateur de plongée.

Le cadran est gradué généralement jusqu'à 300 bars avec une zone d'une couleur différente qui représente la valeur de réserve (généralement de 0 à 50 bars avec un fond rouge).

Le point sensible de cet appareil est l'endroit du raccord au flexible. A cet endroit, se trouve une petite pièce présentant deux petits joints toriques qui sont sujets à usure. Dès que des petites bulles apparaissent à l'immersion, il ne faut pas hésiter à changer ces deux petits joints.

Si vous n'en avez pas l'habitude, confiez cette petite réparation à un spécialiste, à l'occasion par exemple de l'entretien de votre détendeur.

A l'achat d'un manomètre, certainement pour les voyageurs, il est intéressant de comparer les poids. On peut avoir quelques différences surprenantes.

L'air est introduit dans un tuyau haute pression. L'air s'introduit dans le tube de Bourdon qui mesure la pression. Cette pression est appliquée dans un tube en $\frac{3}{4}$ de cercle. Une aiguille mesure la déformation reproduite sur une échelle graduée.

Pour info, le tube de Bourdon part du principe qu'un tube cylindrique pincé tend à se rectifier et à reprendre une section circulaire lorsqu'il est soumis à une pression interne.

A noter que, de nos jours, de plus en plus de fabricants d'ordinateurs de plongée vendent pour les modèles de haut de gamme des sondes de pression qui s'installent également sur la sortie HP du premier étage. Ils possèdent un émetteur qui renseigne l'ordinateur sur la pression de la bouteille. Cela permet également un calcul de consommation d'air instantané. Comme c'est un accessoire qui contient de l'électronique, il est recommandé de toujours disposer d'un manomètre classique (mécanique).



6.8 LA LAMPE DE PLONGÉE

Il existe beaucoup de modèles de lampes de plongée : rechargeables ou non, en plastique, en métal, compactes ou imposantes, avec des accus au plomb, nickel cadmium, nickel métal hydride, actuellement essentiellement Lithium ou Lithium polymère, puissantes ou non, avec des ampoules halogènes ou à haute intensité de décharge (HID), actuellement essentiellement à LED, avec différents angles d'ouverture, ou même avec un angle d'ouverture modifiable en plongée, bon marché ou très chères. Bref, choisir une lampe n'est pas une tâche aisée et les avis sur la question peuvent différer beaucoup d'une personne à l'autre.



Cependant, nous pouvons généraliser quelques aspects qui vous aideront dans votre choix.

Si vous plongez régulièrement, pensez plutôt à une lampe rechargeable

Si vous ne plongez qu'en mer chaude lors de vos voyages, on utilise rarement sa lampe en continu lors d'une plongée (sauf de nuit), vous pouvez opter pour une lampe ayant une autonomie d'éclairage moyenne, 30 à 45 minutes. Vous trouverez des modèles de lampes très compactes, légères, puissantes et raisonnables en prix.

Dans nos eaux habituelles, il conviendra d'utiliser une lampe ayant une autonomie d'au moins 45 à 60 minutes, de puissance d'environ 1 000 lumens minimum pour répondre à vos besoins.

ENTRETIEN DE LA LAMPE :

Il y a deux éléments auxquels vous devez être attentifs concernant votre lampe : les joints d'étanchéité et les accus. Les joints doivent toujours être en parfait état. La poussière, les poils, boue et autres impuretés sont à éliminer consciencieusement sous peine d'entrée d'eau lors de la plongée.

Si votre lampe s'inonde en cours de plongée : éteignez-la tout de suite. En surface, ouvrez-la et laissez-la sécher si vous avez plongé en eau douce. Attention, si vous constatez qu'un accu a coulé, méfiez-vous car l'acide est très corrosif. Si vous avez plongé en eau de mer, ne pas faire sécher la lampe mais ouvrez-la et rincez les différents éléments à l'eau douce, puis laissez sécher.

LES ACCUS :

Les accus sont les éléments les plus onéreux d'une lampe. Qu'ils soient au plomb, nickel métal hydride, nickel cadmium ou lithium, il y a quelques règles à respecter pour leur assurer une meilleure durée de vie :

- ◆ Ne jamais décharger complètement un accu (c'est à dire jusqu'à ce que l'ampoule s'éteigne).
- ◆ Recharger une lampe déchargée dès que possible.
- ◆ Eviter de charger une lampe en plein soleil où dans un endroit trop chaud, des accus qui surchauffent s'abîment, surtout le nickel métal hydride.

Quel type d'accu choisir ?

Si les accus au plomb ont tendance à disparaître, la plupart des lampes ont des accus au nickel cadmium, au nickel métal hydride ou au lithium.

Les accus au nickel cadmium sont durables dans le temps, n'ont pas besoin d'être rechargés régulièrement lorsque vous n'utilisez pas la lampe, mais sont plus encombrants que les accus au nickel métal hydride pour une même puissance et souffrent plus de « l'effet mémoire » qu'eux. L'effet mémoire est un phénomène chimique interne à l'accu qui a comme conséquence que si vous ne faites pas régulièrement des cycles complets de décharge et recharge de votre lampe, vous perdrez de l'autonomie. Cependant, les nouveaux accus sont moins sensibles à cet « effet mémoire ». Donc vous ne devez plus décharger et recharger votre lampe après chaque plongée, il suffit de le faire une fois de temps en temps.

Les accus au nickel métal hydride et au lithium sont compacts et puissants et vous permettent d'avoir des lampes puissantes et de format réduit. Ils ne souffrent que très peu de l'effet mémoire mais doivent être

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

rechargés régulièrement lorsque vous ne plongez pas (au minimum une fois tous les 3 mois), ne supportent pas de surchauffer et ont une durée de vie un peu moins longue que les accus au nickel cadmium. Cependant, tout dépend de votre façon d'entretenir votre lampe. Si vous respectez les consignes ci-dessus, vous augmenterez grandement la durée de vie de vos accus.

Le nombre de cycles de charge-décharge que ces accus supportent varie typiquement de 500 à 1 000. Au-delà, il faut les changer et déposer les anciens au recyclage.

6.9 LA BOUÉE DE SIGNALISATION

Cette bouée est appelée abusivement « parachute ». En effet, sa finalité première est de permettre le repérage en surface des palanquées qui se trouvent aux paliers.

La bouée, de couleur orange, rouge ou jaune (mais il en existe des blanches, des noires ou des bi colores) est équipée d'une cordelette d'une dizaine de mètres de long et d'un lest d'environ 250 gr. Ce dernier sert à conduire vers le bas la cordelette lors du largage. Il peut avantageusement être remplacé par un gros mousqueton en inox qui vous servira à le fixer sur votre gilet. La corde qui est souvent vendue avec la bouée est souvent très fine et forme vite des nœuds. Il est préférable d'acheter une corde de 3 - 5 mm d'épaisseur. Le lest ne sert pas à maintenir la bouée droite en surface. La qualité de l'enveloppe de la bouée est essentielle. Une bonne bouée coûte chère mais sa durée de vie est en fonction.



© S. Godin

Il est préférable de larguer la bouée dans la zone des 10 mètres puisqu'à cette profondeur un demi-volume de bouée se transforme en un volume complet en surface. Un demi volume à 10 mètres n'influence que faiblement la stabilité du plongeur. De plus, la zone de 3 à 9 mètres est une zone de décompression alors que les zones de 12 mètres et plus bas sont exceptionnelles en matière de décompression.

Il existe des modèles à soupape qui restent bien gonflés en surface.

La cordelette qui fait la liaison entre le plongeur et la bouée peut également être enroulée sur un dévidoir ou une bobine. La pratique de ces deux accessoires est souvent attachée à un usage en plongée technique pour des largages à plus grande profondeur.

6.10 LE COMPRESSEUR

Pour introduire de l'air dans nos bouteilles et disposer d'une quantité « importante », il est essentiel de le comprimer. Cette opération s'effectue grâce à un compresseur. Cet équipement aspire l'air ambiant, qui a intérêt à être de bonne qualité, pour le comprimer à des pressions choisies par l'opérateur. En fonction de la robinetterie et de la bouteille destinataires, les pressions peuvent atteindre 300 bars.

La mise en pression de l'air se fait par le passage et la compression du gaz dans plusieurs pistons de taille décroissante. Chaque étape s'appelle étage. Un compresseur amène donc l'air à pression atmosphérique à des pressions intermédiaires par étage, par exemple : 10 bars, 30 bars, 90 bars, 200 bars. Entre chaque étage, on retrouve une soupape anti retour pour garantir la bonne direction du flux mais aussi une soupape de surpression pour éviter le dépassement de pression tolérée par le piston concerné. Un réfrigérant est souvent placé entre chaque étage pour limiter la température de l'air traité. En effet, l'échauffement du compresseur est essentiellement dû à la compression adiabatique (sans échange) de l'air.

Le moteur qui entraîne le volant qui actionne les pistons est soit thermique (à essence) soit électrique.

Un compresseur s'identifie également par son volume de production (débit délivré) à l'heure : 6 m³, 16 m³, 30 m³, etc.

La pression finale est surveillée par un manomètre et l'air comprimé est conduit par un tuyau haute pression équipé d'un étrier ou du dispositif DIN à placer sur la bouteille à gonfler.



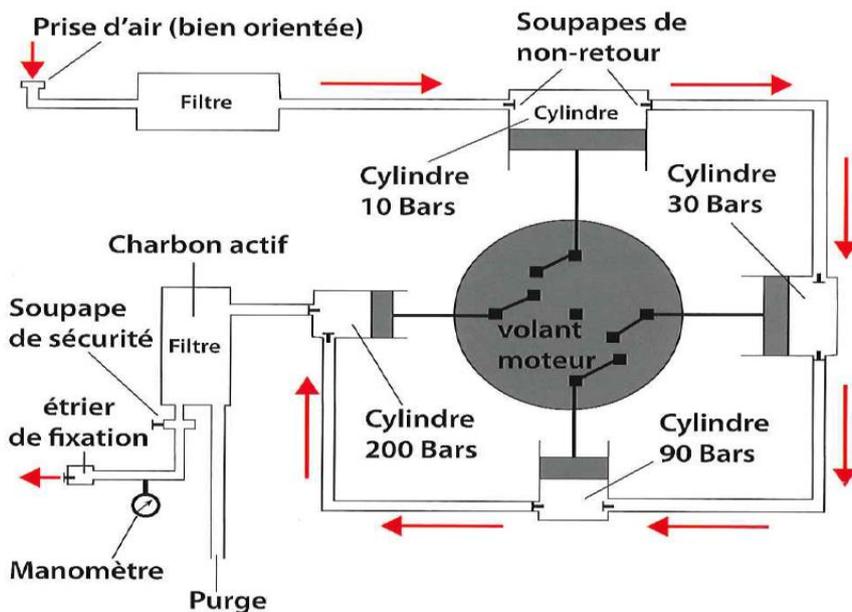
© S. Godin

ATTENTION : la pression analysée à l'issue du gonflage diminue après un certain temps (on peut noter une différence de 30 bars entre le gonflage et l'immersion).

Pour garantir une pression identique après gonflage, certaines stations de gonflage sont équipées d'un puits avec de l'eau fraîche (4 °C).

La qualité de l'air est cruciale et trop peu souvent contrôlée dans les stations de gonflage des centres de plongée ou des clubs. C'est la norme EN 12021 qui traite de la qualité de l'air respirable.

Avant tout, il est primordial d'aspirer de l'air extérieur loin de toute source de pollution (échappements etc.)



L'air comprimé dissout moins d'humidité. Il faut donc évacuer l'eau en excès. Un séparateur d'eau et un filtre qui fixe l'huile sont intégrés dans les composants du compresseur.

La purge de ce filtre amène un liquide blanchâtre : condensats.

En fin de parcours, des filtres à particules peuvent être installés pour réduire la présence de poussières, humidité, gaz nocifs, huile, etc.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

POUR INFORMATION

Une norme européenne garantit la qualité de l'air respirable sous pression.

La teneur en lubrifiants ne doit pas excéder 0,5 mg/m³.

La teneur en CO₂ ne doit pas dépasser 500 ppm.

La teneur en CO ne doit pas excéder 5 ppm avec une concentration de 65 ppm à l'entrée.

La teneur en eau : pas d'eau à l'état liquide, le point de rosée ne doit pas dépasser -11 °C ou 5 °C.

Toutefois, il est important d'avoir une haute qualité d'air à la prise de départ et une qualité élevée de filtration dans le parcours.

Un compresseur individuel de 6 m³ gonfle une bouteille de 15 litres à 200 bars en ½ heure en partant d'une bouteille vide.

Temps de gonflage en heures = Quantité d'air voulue (exprimée en litres) / Débit du compresseur (exprimé en litres).

Temps de gonflage = 15 l à 200 bars = 3 000 l, pour un 6 m³ (6 000 l) = ½ heure.

Pour des compresseurs plus conséquents, il est préférable d'installer des bouteilles tampons. Celles-ci sont utiles pour disposer d'une réserve disponible immédiatement. Les bouteilles tampons sont gonflées par le compresseur en période creuse. Ces bouteilles sont généralement en 300 bars et de gros volume : 30, 50, 80 litres, etc. Les bouteilles des plongeurs sont chargées par équipression et complétées par le compresseur.

6.11 LE GILET DE STABILISATION

Le gilet est un élément de sécurité très important car il assure la flottabilité.

Il existe un grand choix de gilets de stabilisation dont les critères de sélection seront :

- ◆ Prix.
- ◆ Qualité des matériaux.
- ◆ Confort d'utilisation : petit matelas sur le dos, une ou deux sangles d'attache de bouteille, attache dans le bas permettant de faire porter le poids plus au niveau de la taille que sur les épaules, lanières réglables, bras plus ou moins libres (le volume gonflant se trouve de plus en plus situé à l'arrière afin de dégager les bras, comme sur les « Wings »).
- ◆ Capacité de gonflage : pour remonter un plongeur lourd et de profond, il est nécessaire d'avoir une capacité de gonflage suffisante (20 l-25 l).
- ◆ Purges : accessibles, hautes et basses + éventuellement le 'direct system' au niveau de l'inflateur.
- ◆ Capacité des poches : il est souvent utile d'avoir de quoi ranger des accessoires ou un masque de rechange.
- ◆ Endroits de rangement autres : pour le tuba, le couteau, le flexible de l'Octopus, etc.
- ◆ Nombre et qualité des fixations : un grand nombre de fixations en métal est aussi souvent utile. Dans le cas des décompressions à l'oxygène, la petite bouteille sera fixée en partie en utilisant un anneau bas.
- ◆ Poches de lestage largables : le choix de poches largable a du pour et du contre. Un gros avantage pour ceux qui souffrent du dos à cause d'une ceinture de plomb qui vient creuser le dos pendant la plongée. Un désavantage pour ceux qui perdent leurs poches pendant la plongée : non seulement leur remplacement coûte cher, mais c'est surtout dangereux de se retrouver en flottabilité positive incontrôlée !

- ◆ Le type d'inflateur : typiquement, l'inflateur est situé du côté gauche et actionne la purge haute. Il existe actuellement un système dit « i3 » qui permet à l'aide d'une simple manette située dans le bas gauche du gilet de gonfler en la montant ou de dégonfler en la descendant. Les purges « hautes et basses » sont toujours actionnées à l'aide d'un système de câbles qui se logent à l'intérieur du gilet. Ce système est pratique mais d'une certaine fragilité et tant qu'il n'est pas très fréquent il pourrait poser difficulté au binôme qui devra faire une remontée technique en cas de problème.
- ◆ Adaptabilité à un bi-bouteille.
- ◆ Couleur, modèle féminin, etc.

6.12 LE LESTAGE

Comme indiqué dans la section précédente sur le gilet de stabilisation, on peut placer son lestage soit sur une ceinture, soit dans des poches largables. Dans certains cas, quelques plombs peuvent se placer dans des petites poches non largables situées à l'arrière du gilet, au niveau de la bouteille, ce qui permet d'ajuster son positionnement en plongée.

Dans le cas de l'utilisation d'une ceinture, il est utile de « caler » les plombs à l'aide d'une petite pièce de plastique pour éviter qu'ils ne se déplacent autour de la taille, ou qu'ils ne chutent lorsqu'on déplace la ceinture en surface.

Les plombs peuvent être enrobés de plastique de couleur ou être à l'état brut. Ils existent aussi sous forme de poches de granulés qui peuvent être utilisées dans les ceintures à poche, plus confortables.



6.13 LES PALMES

Les palmes doivent être évidemment adaptées aux pieds pour d'une part ne pas trop serrer (inconfort) et d'autre part ne pas trop peu serrer (risque de perte). Elles doivent ensuite fournir une puissance de palmage suffisante (des palmes trop souples font palmer « dans le vide ») sans être trop dures (attention aux articulations et aux crampes). Les palmes de piscine (pieds nus ou avec chaussette) conviennent également lors de voyages dans les eaux chaudes. Pour les eaux froides, il faut porter des bottillons de néoprène et donc des palmes avec sangle. La sangle peut être faite de simple caoutchouc, mais il existe des modèles à ressort qui sont faciles à monter et à enlever car il ne faut pas à chaque fois serrer et desserrer les sangles.

Il existe de nombreux choix de couleur. Une différenciation de couleur dans une palanquée permet de plus facilement identifier ses coéquipiers. Pour ceux qui ont deux paires de palmes de couleur différente, une originalité consiste à prendre une palme de chaque couleur.

6.14 LE SIFFLET

Le sifflet permet d'appeler le bateau en surface. Il est souvent fourni avec le gilet de stabilisation et placé au niveau du flexible de l'inflateur. Certains disposent d'un sifflet actionné par l'inflateur.

Un autre ustensile utile d'appel est de conserver un petit miroir ou un vieux CD dans sa poche pour utiliser le soleil comme reflet.



6.15 LE COMPAS

Le compas ressemble à une boussole, la différence résidant dans le fait que ce n'est pas qu'une aiguille qui s'oriente au nord mais un cadran gradué appelé rose ou rose des vents que l'on peut lire, soit du haut soit dans une petite fenêtre sur le côté, pour prendre un cap (0° - 306°).

Il flotte dans un liquide (pas de problème de compression d'air en plongée). Sur le haut du compas, on trouvera un cercle gradué avec une barrette simple et une barrette double : pour prendre un cap, pointer la flèche vers une barrette, l'autre à l'opposé sera suivie au retour.

Il est important d'avoir un cadran gradué qui reste orientable avec une certaine inclinaison.

On peut monter un compas au poignet ou sur une console. A chacun de prendre ses habitudes, ce qui est important, c'est de conserver la même position du compas par rapport au corps. En effet, un compas au poignet signifie que l'orientation sera influencée par l'angle d'ouverture du bras, et un compas sur console sera influencé par la manière de tenir cette console.



6.16 LE MASQUE

Un masque est fait de plastique, de verre et de silicone. Le masque doit être adapté au visage. La silicone doit sur tout le pourtour coller à la peau. Faire un test en magasin : placer le masque sur le visage sans l'attacher avec la lanière, respirer pour créer un vide et pencher la tête vers le bas : s'il ne tombe pas, c'est qu'il colle bien au visage. Il n'est généralement pas nécessaire de payer une fortune pour avoir un bon masque.

Il est préférable d'avoir un masque de rechange avec soi.

Il est possible d'adapter des lentilles de correction visuelle dans les masques. Des kits se vendent en magasin (par exemple de type +1,50) ou les masques peuvent être réalisés chez un opticien.

Pour éviter la buée, on peut acheter du produit en magasin de plongée, mais le bon vieux truc du crachat fonctionne dans la plupart des cas. Alternativement tout type de surfactant évitant la formation des gouttes d'eau sur le verre et non agressif pour les yeux peut être utilisé.

Pour l'apnée, préférer un masque qui présente un faible volume d'air car il faut compenser avec le seul air précieux qu'on a dans les poumons.



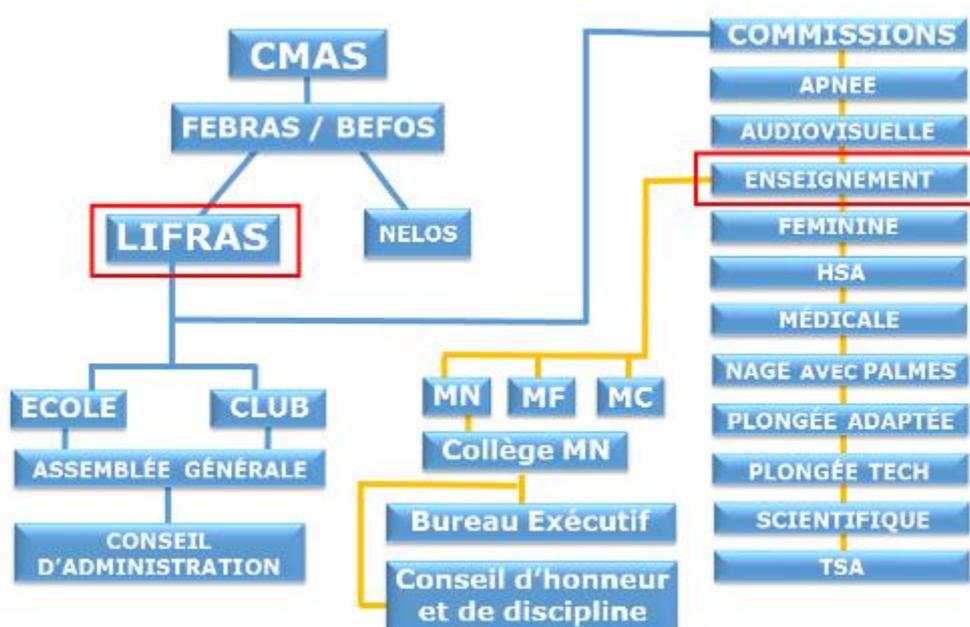
7. ADMINISTRATION

7.1 INFORMATION GÉNÉRALE

La Ligue Francophone de Recherches et d'Activités Subaquatiques (Lifras) a été constituée en 1978 en association sans but lucratif (ASBL).

La Lifras adhère à la Fédération Belge de Recherche et d'Activités Sous-marines « FEBRAS », constituée de manière égale de membres de la « Ligue Francophone de Recherches et d'Activités Subaquatiques », « Lifras » et de membres de la « Nederlandstalige Liga voor Onderwateronderzoek en-Sport », « Nelos » pour lui permettre d'assurer ses missions sur le plan national et international.

7.2 ORGANIGRAMME



La Lifras est une fédération sportive conformément à la législation sur le sport en Région wallonne et en Région bruxelloise.

Les activités subaquatiques de la Lifras sont organisées en commissions :

- ◆ Enseignement de la plongée sous-marine.
- ◆ Féminine : la plongée s'orientant de plus en plus vers un attrait récréatif, le nombre de femmes n'a cessé de croître et une commission féminine a vu le jour au sein de la ligue.
- ◆ Médicale : étudie la sécurité des épreuves imposées, les accidents et les leçons à en tirer, organise le recyclage du Certificat Fédéral de Plongeur Sauveteur.
- ◆ Plongée adaptée : s'adresse à toute personne présentant un handicap et qui désire faire de la plongée, mais ne peut suivre une formation traditionnelle.
- ◆ Scientifique : s'occupe de biologie, de défense de l'environnement, d'archéologie, de la physique des océans, de navigation et de l'étude de la décompression.
- ◆ Plongée technique : s'adresse aux plongeurs intéressés notamment par la plongée en recycleur, la plongée souterraine, la plongée à mélanges ternaires et la fabrication de mélanges gazeux.

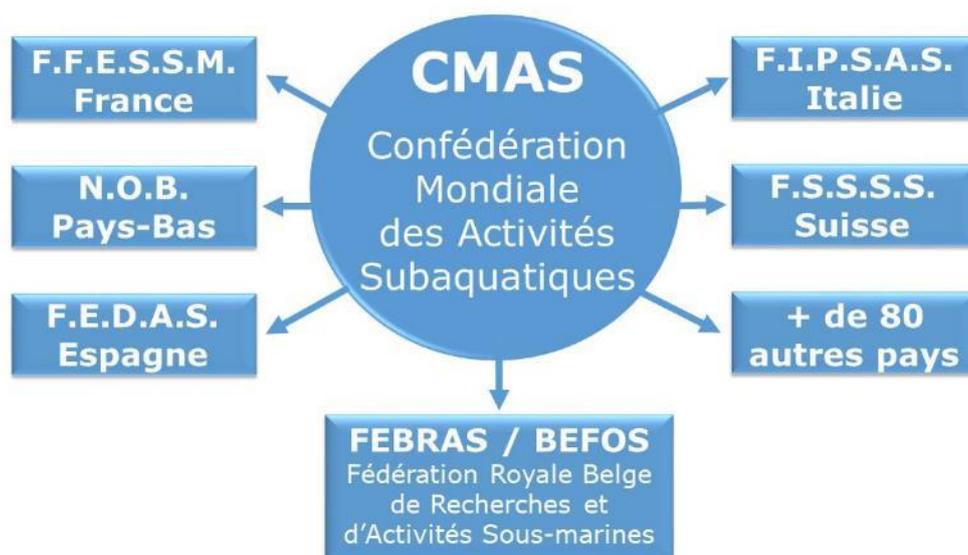
Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Les activités subaquatiques **sportives** de la Lifras sont organisées également en commissions :

- ◆ Apnée : qui délivre des brevets de spécialisation apnée et prépare les athlètes aux compétitions.
- ◆ Hockey subaquatique : a pour objectif de promouvoir et de faire connaître le hockey subaquatique et les règles de ce sport en Belgique francophone. Elle organise des démonstrations, participe à des compétitions nationales et internationales et prépare des sportifs HSA.
- ◆ Nage avec palme : organise et participe à des compétitions en milieu naturel et en piscine et prépare des sportifs NAP.
- ◆ Technique audiovisuelle : donne des cours de prises de vues sous-marines (photos et vidéos), attribue des brevets de photographe et enseigne la pratique en piscine ou en plongée.
- ◆ Techniques subaquatiques (TSA) et Orientation : organise des épreuves en milieu naturel et en piscine qui font appel à la précision, à l'adresse, à l'endurance, à la vitesse et à la mémoire. Ces épreuves se déroulent par équipes de 3 plongeurs.

La FEBRAS est le seul organisme reconnu en Belgique par la CMAS pour la délivrance des brevets CMAS (Confédération Mondiale des Activités Subaquatiques).

La CMAS, au niveau mondial, développe un esprit spécifique non commercial de la plongée. Elle établit des normes internationales de l'activité, ce qui permet une reconnaissance internationale de ses brevets et par la même des brevets FEBRAS et Lifras.



POUR INFO :

BEFOS et Nelos sont les équivalents de FEBRAS et Lifras pour les néerlandophones.

7.3 STATUTS LIFRAS

7.3.1 LES MEMBRES DE LA LIFRAS

La Ligue se compose de deux types de membres : des membres effectifs et des membres adhérents.

La Lifras admet comme membres effectifs des ASBL et des associations sous certaines conditions. Cela figure dans ses statuts. Les membres adhérents sont des personnes physiques affiliées à la Ligue par l'intermédiaire d'un membre effectif (Club/Ecole).

La Lifras peut également reconnaître, sous certaines conditions, des groupements ou des associations (par exemple l'AMB, l'AML, le CFIP toutes trois associations régionales de moniteurs).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

7.4 COMMISSION DE L'ENSEIGNEMENT

Les commissions, structures permanentes, sont chargées d'étudier et d'organiser diverses disciplines. Une des activités de la Lifras, si pas la principale, est organisée par la Commission de l'Enseignement.

La Commission de l'Enseignement s'articule et fonctionne par l'intermédiaire de trois assemblées, à savoir : l'Assemblée constituée de tous les moniteurs Lifras, le Collège des moniteurs nationaux et le Bureau de l'Enseignement.

La Commission de l'Enseignement a un souci constant d'offrir l'enseignement le plus adapté à la réalité du terrain, sans porter préjudice ni à la sécurité, ni à la qualité de l'enseignement de notre discipline.

La Commission de l'Enseignement est composée de tous les moniteurs nationaux, fédéraux et des moniteurs club. Elle se divise en plusieurs pôles chargés du bon fonctionnement de l'enseignement de la plongée :

- ◆ Le **Pôle Brevets** définit toutes les épreuves théoriques et pratiques en vue de l'obtention des divers brevets de plongeurs et titres d'instructeurs Lifras relevant de l'enseignement de la plongée, à l'exception de l'atelier permanent Nitrox et de l'atelier permanent plongée enfant.
- ◆ Le **Pôle Développement** traite les demandes d'assimilation de plongeur et de moniteur sur présentation d'un brevet d'une autre fédération, de convention suivant des accords-cadres passés avec d'autres fédérations, des demandes pour l'obtention du brevet PPA et des demandes de brevets émanant de l'ADEPS.
- ◆ Le **Pôle Formation/Evaluation** définit le contenu des cours de formation pratique et théorique à dispenser pour préparer aux différentes épreuves en vue de l'obtention des brevets et des titres d'Instructeur Lifras relevant de l'enseignement de la plongée, à l'exception de l'atelier permanent Nitrox et de l'atelier permanent plongée enfant.
 - ✓ Il a pour mission de promouvoir et de coordonner, dans les différentes régions, la formation théorique et pratique des Assistants Instructeurs et Instructeurs Lifras, y compris les brevets de spécialisation.
- ◆ Le **Pôle Sécurité** a pour tâche d'examiner les avis médicaux concernant l'enseignement de la plongée et le cas échéant propose les adaptations nécessaires des règlements.
 - ✓ Il examine tous les accidents de plongée survenus au sein de la Lifras et communique pour chacun d'entre eux un rapport et ses conclusions au Bureau exécutif de la Commission de l'Enseignement dans les meilleurs délais.
 - ✓ Il étudie le matériel utilisé par les plongeurs et émet des avis motivés sur l'efficacité et la sécurité de celui-ci.
 - ✓ Il étudie tout dossier permettant d'améliorer la sécurité des plongeurs et il vérifie la bonne application des règles de sécurité en plongée quel que soit l'endroit où se pratique l'activité.
- ◆ Le **Conseil d'honneur et de discipline** est compétent pour toutes les infractions aux règlements édictés par l'Enseignement de la plongée, liées ou non à la survenance d'un accident, et commises par tout plongeur, qu'il soit ou non moniteur.
 - ✓ Il est en outre compétent pour les cas de non-respect de la déontologie propre aux moniteurs commis, ou non, dans le cadre des activités exercées sous l'égide de la Ligue.



7.4.1 L'ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE

Il s'agit de l'assemblée générale des moniteurs de la Lifras. Seuls ceux-ci y ont droit de vote mais tous les plongeurs de la Lifras peuvent y assister. Elle se tient habituellement en toute fin d'année calendrier. Elle est présidée par le Directeur Technique Fédéral (DTF). C'est l'occasion pour toutes les structures de la Commission, notamment les pôles et ateliers permanents, de présenter le bilan de l'année écoulée et les projets à venir.

7.4.2 LE COLLÈGE DES MONITEURS NATIONAUX

Le Collège est la réunion, habituellement deux fois l'an, de l'ensemble des moniteurs nationaux Lifras.

Le Collège avalise les dossiers préparés par les différents Pôles qui seront soumis à l'approbation de la prochaine Assemblée plénière de la Commission de l'Enseignement.

Une manière moderne d'organiser la mise en commun des avis des moniteurs nationaux sur des questions précises est le « Collège virtuel » ou consultation par internet.

7.4.3 LE BUREAU DE L'ENSEIGNEMENT

Cet organe exécutif fonctionne sous la présidence du Directeur Technique Fédéral. Il est chargé de mettre en œuvre son plan triennal qu'il a déposé devant le Conseil d'administration Lifras. Le DTF compose lui-même son Bureau exécutif en sollicitant des moniteurs nationaux pour y siéger. Les moniteurs nationaux désignés sont les représentants notamment des pôles et ateliers permanents.

7.5 ECOLE/CLUB

Les membres effectifs ayant des activités de plongée désignent en leur sein un chef d'école, qui doit être moniteur, qui organise l'enseignement et le passage des brevets en appliquant uniquement, exclusivement et strictement les règlements de la Commission de l'Enseignement et de la Ligue.

Il est garant de l'application des règles et de leurs mises à jour dans son école.

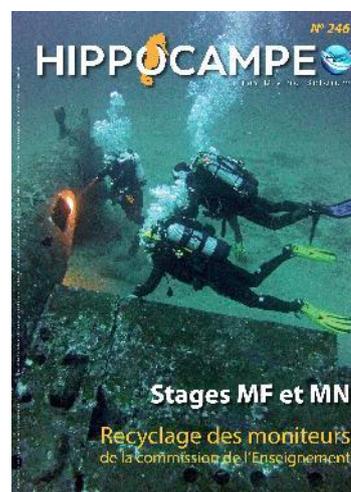
Le **statut** d'école de plongée est accordé aux nouveaux membres effectifs pour autant qu'ils comptent parmi leurs membres et en première appartenance, au moins un instructeur Lifras CMAS ** ou un instructeur Lifras CMAS *** qui assume la fonction de chef d'école.

Les membres effectifs n'ayant pas le statut d'école ne peuvent ni entraîner des débutants ni organiser des sessions d'examens pour la délivrance de brevets ni obtenir des jurys en vue de l'organisation de sessions d'examens pour la délivrance de brevets.

Chaque membre effectif (Club/Ecole) est redevable à la Lifras d'une cotisation établie par le Conseil d'administration de la ligue dont le montant est avalisé par l'Assemblée générale des Présidents de club.

Les clubs affiliés à la Lifras payent pour chaque membre adhérent (Membres des clubs) une cotisation établie par le Conseil d'administration de la ligue dont le montant est avalisé par l'Assemblée générale des Présidents de club. Cette cotisation garantit à tout membre adhérent à la ligue une couverture d'assurance (*Voir chapitre « Assurances »*), la réception de la revue trimestrielle de la Lifras « L'Hippocampe » et la réception de la carte CMAS à durée de validité annuelle.

Ladite cotisation est valable du 1^{er} janvier au 31 décembre de l'année en cours. Une période de transfert d'un Club/Ecole à l'autre doit être fixée dans les statuts de chaque Club/Ecole.



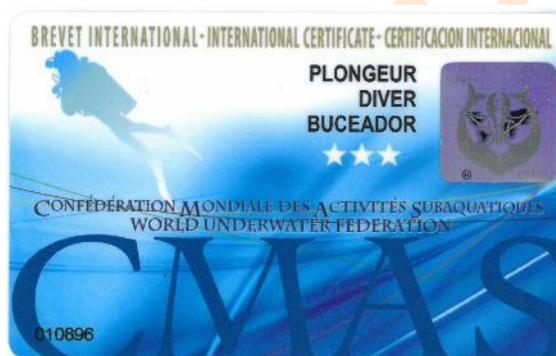
7.6 BREVETS

7.6.1 LES NIVEAUX DE PLONGEURS ET DE MONITEURS

- ◆ Il existe 3 niveaux de plongeurs :
 - ✓ Le plongeur 1 étoile
 - ✓ Le plongeur 2 étoiles
 - ✓ Le plongeur 3 étoiles (le plongeur 4* a les mêmes prérogatives)
- ◆ Il existe 1 niveau d'assistant moniteur.
- ◆ Il existe 3 niveaux de moniteurs :
 - ✓ Le moniteur Club, instructeur CMAS *
 - ✓ Le moniteur Fédéral, instructeur CMAS **
 - ✓ Le moniteur National, instructeur CMAS ***

La Lifras a établi des standards pour divers brevets de spécialisation :

Les brevets Nitrox et Nitrox confirmé, la qualification « Costume étanche », la qualification « Plongée Profonde à l'Air », le certificat fédéral de premiers secours, etc.



7.6.2 LES NORMES EUROPÉENNES

GÉNÉRALITÉS :

Depuis 2007, les brevets de la Lifras respectent les normes internationales (Européennes EN) - ISO (Niveau international).

Les Normes sont des textes de référence définissant un cahier des charges de conception et de dimensions minima des produits, avec des objectifs de résultats. Elles définissent les caractéristiques de conception, de dimensions, de matériaux, les exigences de performance, les méthodes d'essais ainsi que les usages appropriés pour les produits auxquels ils se rapportent.

Mais aussi :

Pour des **consommateurs**, la conformité des produits et des services aux normes fournit une assurance de qualité, de sécurité et de fiabilité. Les normes ne revêtent pas de caractère impératif sauf lorsqu'elles sont reprises par un texte législatif ou réglementaire national.

Une norme européenne, même publiée au Moniteur Belge n'est pas obligatoire. Il s'agit d'une démarche volontaire de demander la certification pour s'en prévaloir.

Mais évidemment, en matière de plongée, elle est devenue une exigence de marché.

La certification européenne a été attribuée, par un organisme certificateur « EUF », à la FEBRAS et renouvelée depuis lors. Les normes contribuent donc à faire en sorte que les produits et les services soient adaptés à leurs objectifs, comparables et compatibles.

De nombreuses fédérations européennes de plongée ont, comme la FEBRAS, sollicité cette certification.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

LES NORMES :

Elles s'établissent comme suit :

- ◆ Normes concernant les services relatifs à la plongée de loisirs. Exigences minimales liées à la sécurité concernant la formation des plongeurs en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisirs. Partie 1 : Niveau 1 « Plongeur encadré ».
- ◆ Normes concernant les services relatifs à la plongée de loisirs. Exigences minimales liées à la sécurité concernant la formation des plongeurs en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisirs. Partie 2 : Niveau 2 « Plongeur autonome ».
- ◆ Normes concernant les services relatifs à la plongée de loisirs. Exigences minimales liées à la sécurité concernant la formation des plongeurs en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisirs. Partie 3 : Niveau 3 « Guide de palanquée ».
- ◆ Normes concernant les services relatifs à la plongée loisirs. Exigences minimales liées à la sécurité concernant la formation des moniteurs de plongée en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisirs- Partie 1 : Moniteur niveau 1 – Assistant moniteur.
- ◆ Normes concernant les services relatifs à la plongée loisirs. Exigences minimales liées à la sécurité concernant la formation des moniteurs de plongée en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisirs- Partie 2 : Moniteur niveau 2

Lifras	ISO
Plongeur 1 étoile	Plongeur encadré
Plongeur 2 étoiles	Plongeur autonome
Plongeur 3 étoiles/4 étoiles	Plongeur guide de palanquée
Assistant Moniteur	Moniteur de niveau 1
Moniteur Club, Fédéral et National	Moniteur de niveau 2

7.6.3 PRÉROGATIVES DU PLONGEUR LIFRAS

GÉNÉRALITÉS :

Le plongeur 1 étoile est un plongeur « encadré » ayant les compétences et l'expérience requises pour pouvoir plonger en toute sécurité sous la supervision directe d'un plongeur 3 étoiles Lifras minimum.

Le plongeur 2 étoiles est un plongeur « autonome » ayant acquis une certaine expérience de la plongée en eau libre et considéré apte à prendre part à des plongées accompagné d'un plongeur d'un niveau supérieur ou du même niveau sous certaines conditions.

Le plongeur 3 étoiles est un plongeur « guide de palanquée » maîtrisant les connaissances, les compétences et l'expérience suffisante pour pouvoir planifier, organiser et effectuer ses plongées, ainsi que diriger d'autres plongeurs en scaphandre autonome pratiquant la plongée de loisir en eaux libres.

Le plongeur 4 étoiles est un plongeur 3 étoiles ayant acquis une expérience reconnue en situation. Il est notamment détenteur du brevet de plongée profonde à l'air et du Certificat Fédéral de Premiers Secours en ordre de validité.

L'assistant moniteur est un plongeur « guide de palanquée » expérimenté qui désire se consacrer à l'enseignement de la plongée. Il se consacre principalement à la formation et l'évaluation de la théorie et de la pratique en piscine des brevets 1 étoile, plongeur « encadré ».

Le moniteur club est un formateur de plongeurs qui exerce au niveau d'un club ou d'un centre de plongée. Il se consacre principalement à la formation et à l'évaluation de brevets de plongeurs et à l'organisation de sorties club.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Le moniteur fédéral est un moniteur club qui a évolué vers un enseignement plus approfondi de la plongée et qui se consacre à la gestion d'école de plongée ainsi qu'à l'organisation de sorties plongées importantes (Nombre de participants et diversité des lieux).

Le moniteur national est un formateur de formateurs. C'est le niveau le plus élevé des titres d'instructeurs. Il est le garant de la pérennité de l'enseignement et de son évolution. Il représente la Ligue de par le monde et en défend l'image de marque.

TABLEAU QUI AVEC QUI ?

Il existe un tableau synthétisant en fonction des prérogatives de brevet « Qui peut plonger avec qui ? ».

Ce tableau est susceptible d'évoluer. Pour disposer de la dernière version, il est préférable de consulter le site Extranet de la Lifras.

LE PLONGEUR 3 ÉTOILES :

Il est un guide de palanquée. Il dispose du plus haut brevet de plongeur de notre Ligue. Il encadre tous les plongeurs brevetés de la Lifras. Moyennant une formation complémentaire (Plongée Profonde à l'Air), compte tenu de ses qualités et de sa formation, il sera amené à assurer des plongées profondes dont la profondeur maximum recommandée est de 60 mètres.

PRÉROGATIVES DU PLONGEUR 3 ÉTOILES :

Le plongeur 3 étoiles est formé, évalué et jugé qualifié pour plonger dans les limites des paramètres suivants :

- ◆ Plonger avec un plongeur 1 étoile jusqu'à maximum 20 m.
- ◆ Plonger avec minimum un plongeur 2 étoiles jusqu'à maximum 30 m.
- ◆ Plonger avec minimum un plongeur 3 étoiles jusqu'à maximum 40 m.
- ◆ Encadrer des plongeurs 1 étoile et 2 étoiles lors de plongée de nuit.
- ◆ Suivre la formation de pédagogie théorie – piscine dispensée aux candidats AM (validité en cas de présentation : 3 ans).
- ◆ Suivre la formation du brevet de spécialisation « Plongée Profonde à l'Air » afin d'être autorisé à accéder aux profondeurs supérieures à 40 m.
- ◆ Dès qu'il est titulaire du brevet de spécialisation PPA, peut plonger jusqu'à maximum 40 m avec un plongeur 2 étoiles.

7.6.4 LA FORMATION

PRÉREQUIS :

- ◆ Etre en possession d'un certificat médical de non contre-indication à la plongée et d'un électrocardiogramme à l'effort (ECG), tous deux en ordre de validité.
- ◆ Si le plongeur n'est pas majeur, le consentement écrit des parents ou du tuteur légal est obligatoire. A noter qu'au moment de l'homologation, le plongeur devra avoir 18 ans au moins.
- ◆ Avant la présentation aux épreuves en eaux libres :
 - ✓ Etre détenteur du brevet plongeur 2 étoiles Lifras.
 - ✓ Etre membre d'un club affilié à la Lifras ayant le statut d'école.
 - ✓ Etre en ordre de visite médicale et d'ECG.
 - ✓ Compter 10 plongées à minimum 30 m pour pouvoir effectuer les épreuves à cette profondeur.

- ◆ Avant la présentation aux épreuves de la théorie et de la pratique en piscine :
 - ✓ Avoir terminé les épreuves en milieu naturel.
 - ✓ Totaliser :
 - Au moins 60 plongées en milieu naturel.
 - 20 plongées en mer.
 - 30 heures de plongée.
 - ✓ Depuis l'obtention de son brevet plongeur 2*, avoir effectué au moins 40 plongées dont :
 - 20 à minimum 30 mètres.
 - 10 entre 35 et 40 mètres.
 - 5 plongées de nuit.

CONTENU :

- ◆ Pour la théorie : 10 heures de cours recommandées.
- ◆ Pour la pratique en piscine : 12 heures de cours recommandées.
- ◆ Pour la pratique en milieu naturel : voir carte de préparation.
- ◆ Une évaluation des compétences pratiques en milieu naturel.
- ◆ Une évaluation des connaissances théoriques et des compétences en piscine.

REMARQUES :

- ◆ Milieu naturel : mers, lacs (même en France, CH, etc.), carrières, Zélande.
- ◆ Piscine : Espace aquatique restreint : piscine, fosses de plongée ou tout lieu assimilé (Lagon) (NEMO pas accepté).
- ◆ Piscine Profonde : est un site nettement plus grand et/ou plus profond qu'une piscine classique (par exemple de très grands aquariums et des infrastructures spécifiques conçues pour la plongée de loisirs) et qui présente certaines des caractéristiques généralement associées aux plans d'eau naturels, notamment la profondeur de plongée, la possibilité de planifier et d'effectuer une plongée, la nature du fond, la température de l'eau représentative de la plongée dans l'espace aquatique ouvert.
- ◆ Tous lieux : toutes eaux non reprises ci-dessus : Méditerranée, Egypte, etc.

HOMOLOGATION :

Le plongeur candidat 3 étoiles pourra prétendre à son brevet lorsqu'il aura :

- ◆ Etre âgé de 18 ans au moins.
- ◆ Avoir satisfait aux prérequis de la formation.
- ◆ Avoir satisfait aux exigences de l'évaluation des compétences pratiques en milieu naturel.
- ◆ Avoir satisfait aux exigences de l'évaluation des connaissances théoriques et des compétences pratiques en piscine.
- ◆ Etre en possession du Certificat Fédéral de Premier Secours (CFPS) en ordre de recyclage.
- ◆ S'affranchir des frais d'homologation.

Le Conseil d'administration a décidé de mettre à la disposition de ses membres des « Kit » de brevet. Il s'agit de l'occasion pour le candidat à l'obtention d'un brevet de disposer en un seul investissement financier de sa carte de préparation aux épreuves, du syllabus lié à sa formation et surtout des frais d'homologation.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

LE CERTIFICAT FEDERAL DE PREMIER SECOURS - CFPS

Ce certificat est délivré à tous les membres Lifras attestant de la détention d'un brevet de secourisme en ordre de validité (BEPS Croix Rouge, BLS, ERC, etc.) et d'un brevet attestant de l'aptitude à délivrer de l'oxygène (Oxygen Provider DAN).

Ce certificat est obligatoire pour le plongeur 3 étoiles en vue de l'homologation de son brevet.

Une dispense de RCP (réanimation cardio-pulmonaire) peut être accordée pour certains paramédicaux actifs et secouristes professionnels. La commission médicale statue au cas par cas.

La validité de ce certificat est liée à la validité d'un des deux volets :

- ◆ Soit être en ordre de RCP via le recyclage de la Commission médicale (par exemple).
- ◆ Soit en ordre de validité ou de recyclage DAN Oxygen Provider.

Ce certificat s'obtient auprès du secrétariat Lifras en fournissant les copies des documents demandés.

Le recyclage de ce certificat obtenu est demandé tous les 5 ans. En effet, ce délai correspond aux éventuelles modifications en matière de RCP. Toutefois, il est vivement recommandé de suivre une séance de recyclage, par exemple de la Commission médicale, tous les deux ans.

7.6.5 LES ÉPREUVES

La formation du plongeur 3 étoiles se conçoit par l'évaluation de ses compétences pratiques tant en piscine qu'en milieu naturel.

Les épreuves qui lui sont demandées sont reprises dans un document mis à la disposition des membres.

Ce document est disponible sous le nom de « Manuel de l'Instructeur Lifras » (MIL).

Il reprend, notamment, les différentes épreuves et leurs critères de réussite.

Il n'est pas opportun de reprendre ici les diverses épreuves puisqu'elles sont susceptibles d'évoluer. Il est plus que souhaitable que le candidat se procure la dernière version de ces recueils.

Toutefois, quelques règles générales sont d'application. Elles ont pour objectif de veiller à la sécurité des acteurs des épreuves (moniteur, plongeur candidat et « victime »). L'approche reprise ici n'est pas exhaustive.

RÈGLES GÉNÉRALES :

Le cumul des épreuves n'est autorisé que dans certaines limites :

- ◆ Maximum deux épreuves par plongée.
- ◆ Aucune épreuve lors de journée comportant plus de deux plongées à l'exception :
 - ✓ Directions de palanquée.
 - ✓ Serre-files.
 - ✓ Plongées de certification de la spécialité « Nitrox ».
- ◆ Une seule épreuve avec une remontée (R) par jour et en début de première plongée.
- ◆ Seules la plongée découverte et les cinq plongées (minimum) du plongeur NB ne sont pas considérées comme des épreuves.

Les épreuves tant en piscine qu'en milieu naturel peuvent être contrôlées par des moniteurs Nelos mais doivent être effectuées suivant les règles prescrites par notre enseignement.

Pour être validée, toute plongée doit être d'une durée égale ou supérieure à 20 minutes. Lors de toute épreuve de plongée, la présence d'une assistance appropriée en surface et prête à intervenir est obligatoire.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

7.6.6 PRÉSENTATION AUX ÉPREUVES THÉORIQUES ET PRATIQUES 3 ÉTOILES

La présentation aux brevets ne peut se faire qu'au sein de l'école dans laquelle le candidat est inscrit en première appartenance. Toutefois, avec l'accord préalable de son chef d'école, cette présentation peut s'effectuer dans une autre école.

En cas de changement de structure, il est conseillé au chef d'école du nouveau club de prendre contact avec le chef d'école du club d'origine, ceci particulièrement si le candidat désire se présenter à une session de brevet moins d'un an après le changement de club.

La profondeur minimale pour l'organisation d'examen 3 étoiles en piscine est de 3 mètres minimum et 5 mètres maximum.

7.6.7 NIVEAU DES EXAMENS ET DES ÉPREUVES

Tous les examens et les épreuves sont codifiés par la Commission de l'Enseignement et requis pour l'obtention des brevets. En aucun cas, ils ne peuvent être alourdis par décision du club, d'un moniteur évaluateur ou du président d'examen.

Les recueils des protocoles « en Piscine » et en « Milieu naturel » décrivent le niveau attendu des candidats. Il en est de même pour l'expérience nécessaire pour progresser dans l'obtention des brevets.

7.6.8 LA DURÉE DE VALIDITÉ DES EXAMENS ET DES ÉPREUVES

Tout comme la validité des examens théorique et/ou pratiques, la validité des épreuves en vue de l'obtention d'un brevet est de trois ans au jour de l'homologation. Si la date de l'épreuve est supérieure à trois ans, l'épreuve doit être à nouveau réalisée.

Toutes les épreuves pratiques en piscine sont indissociables. Elles doivent être réalisées avec succès. Un critère éliminatoire ou plus de trois critères engendrant des remarques entraînent l'échec de l'épreuve. En cas d'échec de l'épreuve, celle-ci pourra être recommencée sur décision du président du jury.

Si l'éventuel second essai n'est pas réussi ou si une autre épreuve est ratée, il y a échec direct à l'examen.

Un trop grand nombre de remarques réparties sur plusieurs épreuves entraînent, à l'appréciation du président du jury, un échec à l'examen.

REMARQUES GÉNÉRALES :

- ◆ Le carnet de certification doit toujours rester en possession de son propriétaire. Les carnets de plongée (Logbook) ne doivent jamais être joints à la demande d'homologation, sauf sur demande expresse en vue d'un éventuel contrôle.
- ◆ Toute plongée effectuée par un membre Lifras doit obligatoirement être répertoriée dans l'actuel carnet de plongée Lifras (copie exclue).
- ◆ A défaut, il ne sera tenu aucun compte de plongées erronément répertoriées.

7.7 LES ASSURANCES

7.7.1 GÉNÉRALITÉS

La pratique de la plongée n'est pas sans risque. Un bon encadrement, une bonne pratique et une bonne prévention sont autant d'arguments qui limitent la survenance d'un accident.

Lorsqu'il survient, les frais engagés s'avèrent rapidement être élevés. Quelques rares compagnies d'assurances assurent la plongée sous-marine.

Notre police souscrite depuis longtemps auprès de la Compagnie Arena apporte une solution globale aux obligations légales d'assurer les membres de la Lifras.

Tous les membres de la Lifras profitent d'une protection dès la prise d'affiliation au sein de leur Club/Ecole.

Notre partenaire d'assurances va prendre en charge les frais engagés lors d'un accident de plongée **en complément** de la couverture de la mutuelle.

La police offre une protection de la responsabilité civile aux tiers, des lésions corporelles, des frais de soins, d'hospitalisation, de rapatriement, d'assistance médicale à l'étranger dans le cadre des activités reconnues à la Lifras. Les membres bénéficient également d'une protection juridique et d'une couverture en cas de décès lié, notamment, à une crise cardiaque dans la pratique de notre loisir.

Le Conseil d'administration soucieux de l'intérêt de ses membres veille à toujours offrir le meilleur service. La couverture d'assurances offerte par Arena correspond actuellement entièrement à nos attentes. Les administrateurs de club restent les premiers interlocuteurs en cas de questions sur le sujet.

Le contrat d'assurances souscrit figure dans deux textes disponibles sur le site Lifras : www.lifras.be

- ◆ Conditions générales.
- ◆ Conditions particulières.

7.7.2 LES CONDITIONS GÉNÉRALES

Tous les membres affiliés pour lesquels une prime d'assurance est payée sont automatiquement couverts pour toutes les activités entrant dans le cadre de leur volontariat, et ce aussi bien pour les activités sportives que extra-sportives. Par assurés, il faut entendre : le preneur, ses clubs affiliés et ses membres pratiquant les activités sportives assurées.

Par tiers, il faut entendre : toutes les personnes autres que le preneur d'assurances et les clubs affiliés chez lui.

L'assurance est valable dans le monde entier, pour autant que l'endroit soit généralement considéré comme adapté à cet exercice et qu'il ne soit pas interdit par qui que ce soit.

7.7.3 RISQUES COUVERTS

- ◆ Assurance de la « RESPONSABILITE CIVILE ».
- ◆ Assurance « INDIVIDUELLE CONTRE LES ACCIDENTS CORPORELS ».

Exclusions notamment :

- ✓ L'accident ou les conséquences d'un accident ayant pour cause principale la dégradation d'un état physique ou psychologique grave préexistant des assurés.



lifras
DIVING
BELGIUM



arena

- ✓ L'accident causé par les assurés du fait de l'une des fautes graves suivantes : état d'ivresse ou un état analogue découlant de la consommation de substances autres que des boissons alcoolisées.
 - ✓ Les accidents imputables à des actes inconciliables avec la manière généralement admise de pratiquer les activités sportives assurées, sont exclus de même que les accidents survenus à un assuré pendant l'exercice d'une activité assurée pour laquelle il ne satisfait pas aux qualifications de pratique règlementaires ou légales exigées.
 - ✓ L'accident survenu à un assuré pendant l'exercice d'une activité assurée pour laquelle il ne satisfait pas aux qualifications de pratique règlementaires ou légales exigées.
 - ✓ L'accident survenant dans l'exercice d'une activité assurée pour laquelle les accompagnateurs et moniteurs de sport ne possèdent pas les qualifications légales ou règlementaires requises.
 - ✓ L'accident qui survient à la suite de paris, défis ou actes notoirement téméraires des assurés, à moins que ces actes n'aient été posés en vue de la sauvegarde de personnes, de biens ou d'intérêts.
- ◆ Assurance « PROTECTION JURIDIQUE »
 - ◆ Assurance « ASSISTANCE VOYAGE »
 - ✓ Il s'agit plus précisément de deux couvertures faisant partie du domaine des assurances « Assurances Voyages », à savoir : « Rapatriement » et « Assistance en cas d'hospitalisation ou d'admission dans un centre hyperbare à l'étranger ».
 - ✓ Ces garanties « Assistance Voyage » sont uniquement acquises pour des accidents survenus à l'étranger pendant et du fait d'activités de plongée assurées.

Extensions de garantie :

- Frais de séjour supplémentaires.
- Visite à une personne malade/hospitalisé.
- Séjour prolongé.

ASSISTANCE EN CAS D'HOSPITALISATION OU D'ADMISSION DANS UN CENTRE HYPERBARE A L'ETRANGER.

En cas d'hospitalisation et d'admission dans un centre hyperbare à l'étranger, il y a lieu de **contacter la centrale des urgences en Belgique** en vue d'une assistance (au niveau local). Ce numéro figure sur la carte attestant la couverture d'assurance.



7.7.4 LES CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le contrat couvre la gestion et l'organisation de la plongée subaquatique par la Lifras et par ses clubs affiliés, la pratique par les membres, ainsi que l'organisation d'activités de promotion du sport (initiations) pour les non membres, selon certaines conditions.

La promotion du sport : la couverture est garantie lors de cours d'initiation destinés aux non membres en vue de la découverte de l'activité.

PÉRIODE D'INITIATION : Maximum 3 séances dans un délai de maximum 2 mois.

CONTRÔLE : Tenue d'un registre au siège de l'organisateur de ces cours d'initiation.

PRATIQUE MÉDICALEMENT JUSTIFIÉE : Le non membre doit attester de son aptitude médicale et physique.

7.7.5 OBLIGATION EN CAS D'ACCIDENT

Pour bénéficier de la couverture d'assurances, il est indispensable de respecter les formalités administratives imposées.

ATTENTION :

Le soin de la victime d'un accident grave est prioritaire et l'aspect administratif ne peut en aucun cas justifier un retard d'intervention médicale.

Un accident peut avoir des suites administratives. Dans l'intérêt de la victime et aussi d'un tiers éventuellement responsable, il peut être très utile de prendre des mesures conservatrices dans l'intérêt d'une enquête éventuelle. Il est donc impératif de disposer des coordonnées précises des différents témoins et intervenants.

Il est également utile de retenir à la disposition des autorités tout le matériel de plongée tant de la victime que des accompagnants.

Une enquête peut éventuellement être ordonnée par la Police et le Parquet et/ou la compagnie d'assurances.

De plus, dans un souci de prévention des accidents, le Pôle Sécurité de la Commission de l'enseignement procède à une analyse des circonstances de l'accident dans le but d'en tirer d'éventuels enseignements. Il y va de l'intérêt de tous. Ce travail précieux reste confidentiel.

ACCIDENT MORTEL

1. La déclaration d'accident doit parvenir au plus tard dans les **48 heures** à la compagnie d'assurances Arena et au secrétariat de la Lifras.
2. Par la suite, le carnet de certification et le carnet de plongée seront joints à la déclaration adressée à la Lifras.
3. La déclaration peut être réalisée par téléphone, mail ou fax. Par la suite, une déclaration détaillée accompagnant le certificat médical reprenant les causes du décès suivra.

ACCIDENT CORPOREL NON MORTEL

La déclaration d'accident, dont un exemplaire figure dans le carnet de plongée, doit être complétée avec précision tant sur le volet administratif que sur le volet médical. Ces documents seront transmis dans les **15 jours** au secrétariat Lifras. Ce délai est à respecter strictement. Dans les **72 heures** de la survenance d'un accident, la victime se sera faite examiner et sollicitera un certificat médical qui doit accompagner la déclaration.

7.8 LA VISITE MÉDICALE

La visite médicale est une obligation. En outre, de nombreux centres à l'étranger demandent de produire une attestation médicale d'aptitude faute de quoi la plongée n'est pas autorisée.

L'examen médical n'a d'autre but que de permettre l'exercice de la pratique de la plongée sous-marine au moindre risque pour le pratiquant. Il est fait pour la sécurité des plongeurs. Il y a donc lieu, pour les candidats, de répondre aux questions du médecin avec soin et sincérité. Il est recommandé de solliciter un médecin plongeur ou hyperbare. Il appartient par la suite au médecin examinateur de délivrer ou non l'attestation permettant ou non la pratique de la plongée sous-marine.

Si une contre-indication devait intervenir en cours d'année, il est entendu que celle-ci annule le certificat d'aptitude. Le médecin examinateur portera une attention particulière sur les points suivants, sachant qu'ils représentent des contre-indications mettant la vie du candidat en danger. Ces contre-indications doivent toujours être évaluées au cas par cas :

- ◆ La grossesse.
- ◆ Les formes d'asthme.
- ◆ Les pneumothorax et les « trappes à air » pulmonaires.
- ◆ Les infections pulmonaires.
- ◆ Les maladies, malformations ou opérations réduisant les échanges pulmonaires.
- ◆ Les affections de la sphère O.R.L., en particulier celles entraînant des vertiges.
- ◆ Les difficultés de compensation de la pression aux oreilles et aux sinus.
- ◆ Les caries et plombages en mauvais état.
- ◆ Les maladies cardiaques ou circulatoires responsables de shunts gauches-droits, d'une réduction de la perfusion myocardique.
- ◆ D'artérites, ou tous autres troubles de la perfusion tissulaire.
- ◆ L'hypertension artérielle non traitée.
- ◆ Le diabète, même traité (insulino-dépendant ou non).
- ◆ Les maladies neurologiques dégénératives.
- ◆ L'épilepsie et les convulsions, (même en traitement).
- ◆ Les dépressions nerveuses et les maladies mentales.
- ◆ L'abus d'alcool ou l'utilisation de « drogues ».
- ◆ Les troubles importants du métabolisme lipidique non traités.
- ◆ Les fractures non guéries ou datant de moins de six mois.
- ◆ Les antécédents d'accidents de plongée.
- ◆ La prise régulière de certains médicaments.
- ◆ Les ulcères évolutifs du tractus digestif.
- ◆ Les glaucomes à angle fermé.

Le médecin examinateur peut pratiquer tout examen complémentaire qu'il jugerait indispensable. Il a intérêt à faire contresigner par la personne examinée la déclaration.

En cas de litige ou de désaccord, le médecin examinateur et / ou le candidat peut / peuvent soumettre le dossier médical à la Commission Médicale de la Ligue (Lifras) qui statuera en dernier ressort.

Le plongeur 1 étoile doit disposer d'un certificat de non contre-indication à la pratique de la plongée sous-marine renouvelable annuellement. Les autres plongeurs brevetés pourraient se voir délivrer un certificat d'aptitude à

la pratique de la plongée avec certaines restrictions fixées par le médecin examinateur, renouvelable annuellement.

Un électrocardiogramme (ECG) à l'effort est imposé par la Lifras. Il est obligatoire pour obtenir la couverture de notre assurance en cas d'accident. Par conséquent, le plongeur 3 étoiles est soumis aux mêmes obligations que le plongeur 2 étoiles.

Pour rappel :

- ◆ Visite médicale annuelle, valable depuis le 01/09 de l'année précédente (AN 1), jusqu'au 31/12 de l'année courante (AN 2). Exemples :
 - ✓ 15 septembre AN 1 : valable jusqu'au 31 décembre AN 2.
 - ✓ 28 février AN 2 : valable jusqu'au 31 décembre AN 2.
 - ✓ 31 août AN 2 : valable jusqu'au 31 décembre AN 2.
 - ✓ 31 août AN 1 : valable jusqu'au 31 décembre AN 1 – Périmée.
- ◆ E.C.G :
 - ✓ Une seule fois jusqu'à l'âge de 35 ans.
 - ✓ Tous les 5 ans pour le plongeur âgé entre 35 et 45 ans.
 - ✓ Tous les 2 ans pour le plongeur dont l'âge se situe entre 45 ans et 55 ans. (A ses 45 ans, le plongeur doit présenter un ECG datant de maximum 2 ans).
 - ✓ Tous les ans à partir de 55 ans.

Rem : requis pour le plongeur 1 étoile. L'ECG est à refaire en cas de cessation d'activités de plus de 5 ans.

Mais plus qu'une obligation administrative, il faut comprendre cette contrainte comme un check-up avant la pratique de notre passion.

En cas de grossesse, l'aptitude à la plongée sous-marine est suspendue dès le moment où la grossesse est connue de la future maman. La grossesse constitue une contre-indication à la pratique de la plongée, y compris respirer de l'air sous pression en piscine. Les apnées de courte durée sont autorisées. La pratique de la natation et de la nage avec palmes est un sport compatible et recommandé pendant la grossesse. L'inaptitude temporaire à la pratique de la plongée prend fin six semaines après l'accouchement et après avis médical favorable (l'avis du gynécologue-obstétricien suffit).

7.8.1 AUTORISATION DE PLONGER APRÈS UN ACCIDENT DE PLONGÉE

Après tout accident de plongée, même bénin, la victime ne peut reprendre la plongée qu'après avoir passé un nouvel examen médical d'aptitude.

La Commission Médicale Lifras peut donner un avis ou une recommandation au plongeur accidenté ou à son médecin, soit d'initiative, soit à la demande de toute partie intéressée.

Elle peut recommander:

- ◆ Une inaptitude définitive.
- ◆ Une prolongation de l'inaptitude temporaire.
- ◆ Une aptitude sans réserve.
- ◆ Une aptitude restreinte ou sous réserve.

Une fracture entraîne une incapacité temporaire liée aux difficultés mécaniques qu'elle entraîne. On considère donc généralement que l'aptitude à la plongée recommence dès que tous les mouvements nécessaires sont à nouveau possibles. Dans la plupart des cas simples, cela met 6 à 8 semaines, mais cela dépend d'une personne ou d'une fracture à l'autre. Nous vous recommandons de voir avec l'orthopédiste qui vous suit à quel moment la mobilité et la force seront récupérées, et de reprendre vos activités sportives à ce moment, avec son accord.

7.9 CODE D'ÉTHIQUE

La Lifras, comme toute société moderne, s'est dotée d'un code d'éthique.

Elle a publié sa politique générale en ces termes :

« La Lifras s'engage à conduire la réalisation de son objectif social conformément aux normes les plus élevées en matière d'éthique et de déontologie. Le respect de cet engagement est important pour garantir l'esprit de la Ligue et guider ses actions dans tous ses aspects. »

7.9.1 GÉNÉRALITÉS

Le Code d'éthique et de déontologie est un document normatif destiné, par l'imposition de règles et de principes élémentaires, à régir la conduite des administrateurs de la Lifras, des responsables des clubs affiliés, des moniteurs, des entraîneurs, des affiliés, des sportifs qui la composent et du personnel volontaire ou rémunéré attaché à son service.

Le code d'éthique et de déontologie (ci-après « le Code ») est un ensemble de règles, droits et obligations qui encadrent, au sein de la Ligue, les rapports, la conduite, les principes et les valeurs de ses membres. Il permet de rallier ses affiliés et doit inciter le public à dialoguer avec les organes de la Ligue. Le respect du Code est impératif et fait partie intégrante des devoirs et obligations de tous. Nous devons respecter à la lettre les règles éthiques et de déontologie mais aussi l'esprit.

7.9.2 LE RESPECT DU CODE

La réputation de la Ligue dépend du respect de ce Code mais aussi de la faculté de chacun à assumer une responsabilité individuelle. Le respect du Code ne peut empêcher une bonne gestion de nouvelles responsabilités. Les contraintes qu'ils génèrent n'ont pas non plus pour effet d'empêcher un membre de consulter ou de se concerter avec d'autres personnes.

Le Code doit être apprécié, appliqué et respecté. Chaque affilié à la Ligue doit en assurer sa promotion pour arriver à faire considérer l'Organisation comme un modèle auprès de nos partenaires, les intervenants de la Lifras et le public. Il a notamment pour objectif d'organiser les rapports humains pour faciliter le recrutement de nouveaux affiliés et partenaires attirés par les valeurs que nous véhiculons. Toutes les personnes visées doivent adopter une conduite conforme à ce Code. Toutefois, le contenu de ce Code ne saurait remplacer l'exercice du jugement personnel. L'ignorance du Code ou de tout autre règlement de la Ligue ne saurait être considérée comme une excuse.

Le Code n'est pas destiné à s'opposer aux Lois, Décrets et Règlements. Il n'entre pas en conflits avec les règlements édictés par les instances de la Ligue.

7.9.3 PRINCIPES DE BASE

Quelques principes de base ont été édictés sous la forme de règles d'or.

1. Le respect de ce Code ne peut entraîner des sanctions sous quelque forme que ce soit.
2. Le Code pourra et devra être reconsidéré en fonction de l'évolution des objectifs de notre Ligue et de la société civile dans laquelle nous évoluons.
3. Tous les affiliés s'engagent à respecter le Code et à en faire sa promotion.
4. Le Code est fondé sur l'honneur, le respect, la courtoisie, l'intimité d'autrui, la considération et la dignité entre les affiliés de la Ligue, les partenaires et le public.
5. Chacun a droit au respect dans l'exécution de sa charge.
6. Le Code rappelle les 10 règles CMAS en matière de plongée sous-marine (lien vers site CMAS – DOCUMENTS – Règlement d'ordre intérieur – 10 règles d'ordre).
7. Le recours à des substances illicites est interdit (lien vers le site de AMA).

Le document « Code d'éthique Lifras » touche tous les acteurs de la ligue :

- ◆ Les membres.
- ◆ Les moniteurs.
- ◆ Les responsables de club.
- ◆ Les sportifs.
- ◆ Les entraîneurs.
- ◆ Les administrateurs Lifras.

Le code complet figure sur le site Lifras : www.lifras.be

Mais il est intéressant de prendre connaissance du chapitre « membres ». Les affiliés à la Ligue devraient être animés par un esprit de **C.A.M.E.** (Connaissance, Amitié, Modestie, Enthousiasme).

- ◆ Les affiliés doivent traiter avec bienséance, dignité, respect, considération et courtoisie tous les autres affiliés de la Lifras. Il ne pourra être fait état de discrimination de sexe, raciale, couleur, religion, nationalité, d'orientation sexuelle, origine ethnique, handicap, état civil ou de toutes autres conditions.
- ◆ Ils sont tenus de faire preuve de loyauté envers les instances dirigeantes de la Ligue. Ils éviteront de critiquer la Ligue. Ils sont tenus d'adopter une conduite conforme au Code sans remplacer l'exercice du jugement personnel.
- ◆ Ils sont invités, dans le respect du droit et des règlements, avec leurs moyens propres, à participer à la réalisation des objectifs de la Lifras.
- ◆ La méconnaissance d'un règlement de la Lifras ou du Code ne peut être une excuse. Il est de la responsabilité des affiliés de connaître, comprendre et respecter le Code. Les affiliés participent à la promotion du Code et des valeurs de la Ligue, par tous les moyens et en toutes circonstances.
- ◆ Ils sont tenus de se conformer aux Lois, Règlements et Décrets.
- ◆ Ils doivent, de par leur engagement respectif, participer à la gestion de la Ligue en faisant mettre en œuvre ou en respectant les décisions valablement prises.
- ◆ Ils doivent se comporter de façon à ne pas tirer des avantages indus liés à leur activité au sein de la Ligue.

- ◆ Ils participent, en fonction de leurs aptitudes personnelles, et selon leur volonté, à l'amélioration de la gestion de la Lifras. Ils contribuent à faire considérer la Ligue comme un modèle.
- ◆ Ils veillent en collaboration avec tous les membres de la Lifras à développer des comportements acceptables et les aspects sécuritaires de la pratique de la plongée sous-marine.
- ◆ Les membres, en aucune circonstance, n'auront recours à l'utilisation de substances ou de procédés interdits. Ils en interdisent ou en font interdire l'usage ou la promotion.
- ◆ Les membres informés en confidentialité ont le devoir de respecter le caractère confidentiel de l'information reçue.



8. ORGANISATION

8.1 GÉNÉRALITÉS

Quel que soit l'endroit de plongée, quel que soit le moyen utilisé pour se rendre sur le site, des règles de sécurité doivent être respectées. Ce sont les règles de sécurité essentielles, de base, qui concernent toutes les plongées que l'on peut effectuer.

Le plongeur 3 étoiles est le plus haut brevet de plongeurs délivré à la Lifras. Il est un guide de palanquée aux termes des normes européennes. En anglais, on dit de lui que c'est un « Dive Leader ».

Le plongeur 3 étoiles a dans ses prérogatives l'encadrement de plongeurs 1 étoile et 2 étoiles.

Pour garantir une plongée en toute sécurité, il est indispensable de l'organiser. En sa fonction de responsable, ce plongeur de haut niveau prendra certaines mesures essentielles.

DIRIGER UNE PLONGÉE EXIGE DE POUVOIR JUSTIFIER SON ORGANISATION ET SON COMPORTEMENT

QU'ENTEND-ON PAR PALANQUÉE ?

Il s'agit d'un groupe de plongeurs effectuant une plongée ensemble qui présentent les mêmes caractéristiques de profondeur, de trajet et de durée (notamment descente, décompression, remontée, etc.).

Le plongeur 3 étoiles a été évalué sur ses capacités à s'adapter aux circonstances rencontrées dans des plongées qu'il a déjà réalisées ou qu'il exécute sous la supervision d'un moniteur de plongée qui le conseille.

Dès lors, il est essentiel que, avant de guider une palanquée, il dispose d'une série d'informations lui permettant d'effectuer la plongée programmée en toute sécurité.

Il pourra être amené à accompagner et diriger des plongeurs qui ne sont pas issus de son Club/Ecole et même de sa fédération. Il devra prendre connaissance, outre des spécificités de la plongée programmée, à découvrir les prérogatives des plongeurs l'accompagnant.

Son attention sera attirée en priorité donc sur les aptitudes des plongeurs de sa palanquée. En effet, les prérogatives d'un brevet ne traduisent pas toujours l'aptitude au jour de la plongée.

En outre, le plongeur 3 étoiles devra maîtriser la réglementation Lifras mais aussi celles du site ou pays visité.

Son attention portera pour les espaces de plongée sur les droits d'accès : site protégé, droit de propriété pour les carrières, réserve naturelle, etc.

Elle portera également sur les profondeurs réglementées qui pourraient être moins importantes que les prérogatives de la palanquée.

Par exemple : un plongeur 3 étoiles PPA peut dépasser la profondeur de 40 mètres mais pas en carrière en Belgique puisque la Commission de l'Enseignement de la Lifras n'autorise pas d'évoluer au-delà de 40 mètres dans nos carrières ou encore profondeur max de 50 m en Zélande et PpO₂ de 1,4 bar.

Une sortie de plongée doit être menée et préparée à deux niveaux :

- ◆ Celui de l'organisation générale.
- ◆ Celui du chef de palanquée.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

8.1.1 ORGANISATION GÉNÉRALE

Elle est placée sous la direction d'un responsable de l'ensemble de la sortie, qui doit remplir plusieurs tâches. Il n'est pas inhabituel chez nous d'avoir des plongeurs 3 étoiles qui organisent des sorties club, là où le règlement le permet.

Il détermine la date, l'heure et l'endroit de la plongée en fonction notamment de l'expérience et du nombre de participants, de l'encadrement à disposition et de l'objectif de la sortie (exploration, films, photos, épreuves, etc.).

8.1.2 ADMINISTRATION

Il dispose d'une liste des participants à son organisation.

Il doit connaître les niveaux de brevets, l'aptitude médicale. Il vérifie si les participants sont en ordre sur le plan administratif (affiliation, visite médicale, etc.)

Il établit les palanquées, en désignant les chefs de palanquée et les serre-files, selon les règles Lifras. Il tient compte de l'expérience de plongée et des desideratas des participants.

8.1.3 SÉCURITÉ

L'organisateur veille à disposer du matériel de secours :

- ◆ Trousse de secours.
- ◆ Bouteille d'oxygène équipée.
- ◆ Bouteille de réserve équipée.
- ◆ Possibilité d'évacuation, le protocole d'évacuation et de prise en charge de victimes (ambulance, hôpitaux, caissons, etc.).
- ◆ Moyen de communication (téléphone, GSM, radio VHF, etc.), localisation précise et numéros utiles (secours, caissons, forces de l'ordre, etc.).



© S.Godin

Dans son organisation, il veille à désigner un responsable de la sécurité en surface. Celle-ci doit être effective et efficace. Idéalement, au minimum une palanquée est désignée pour assumer cette tâche et doit être composée d'au moins un détenteur du CFPS (Certificat Fédéral de Premiers Secours).

Un autre membre de cette palanquée est capable d'effectuer correctement un appel aux services de secours et assister le mieux possible le plongeur secouriste. Les membres de cette palanquée doivent évidemment savoir où se trouve le matériel de sécurité et comment en faire usage efficacement.

La palanquée de sécurité doit être prête à intervenir dans toutes les circonstances « normales » : en surface, au palier, en profondeur, dans l'eau froide, etc. L'intervention ne peut être retardée par l'un ou l'autre obstacle.



© S.Godin

Par exemple, le plongeur en surface en costume étanche est en attente costume ouvert. Sa mise à l'eau sera retardée et ce temps perdu peut être préjudiciable.

Cette palanquée est remplacée par une autre ayant déjà plongé. Cette autre palanquée doit également être composée comme décrit ci-dessus. Il est sans doute nécessaire de fixer pour cette palanquée une durée de plongée déterminée pour permettre à la première palanquée de sécurité de s'immerger à son tour.

Notes :

La palanquée de sécurité est également chargée de tenir la feuille de palanquées et d'y mentionner tous les paramètres de plongée et d'enregistrer chaque sortie de palanquée. Cette tâche peut aussi être confiée à un accompagnant non plongeur.

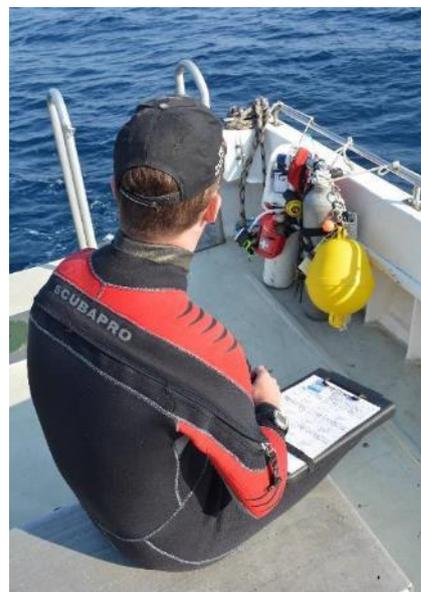
L'organisateur s'informe sur les lois, règles et réglementation locales pour garantir que la plongée envisagée puisse être réalisée avec les participants et l'endroit choisi. Il pourrait dès lors être utile de se renseigner auprès des gestionnaires de sites (privés), des autorités maritimes de la région où l'on va plonger (capitainerie de la Marine, service maritime de la Mairie, etc.)

Pour les sorties en mer, mais de manière générale, il est utile de connaître la météo puisqu'elle impacte souvent les paramètres de plongée (froid, visibilité, courant, etc.).

Note :

Ce travail préparatoire terminé, la responsabilité de la plongée incombe aux chefs de palanquée (deuxième niveau de responsabilité).

Il est évident que l'organisation générale ci-dessus décrite est dévolue au chef de palanquée s'il n'y a qu'une palanquée. Il appartient au responsable général de vérifier, après la plongée, si toutes les palanquées sont rentrées au complet.



© S.Godin

8.1.4 LA FEUILLE DE PALANQUÉE

Il s'agit d'un élément important de la sécurité. Elle a plusieurs objectifs mais notamment de vérifier le retour de chaque palanquée. Elle renseigne également les paramètres de plongées effectuées.

Quel que soit l'endroit de la plongée, il faut tenir une feuille des palanquées. Sur cette feuille seront inscrites les mentions qui permettent un contrôle direct des palanquées, comme :

- ◆ Nom, prénom de chaque participant.
- ◆ Niveau de chaque participant.
- ◆ Composition des palanquées.
- ◆ Profondeur envisagée pour chaque palanquée.
- ◆ Epreuves à effectuer au sein de chaque palanquée.
- ◆ Durée de plongée envisagée pour chaque palanquée.
- ◆ Heure de mise à l'eau.
- ◆ Heure de sortie de l'eau.
- ◆ Profondeur maximale atteinte.
- ◆ Temps de la plongée.
- ◆ Profondeur et durée des paliers qui ont été effectués.
- ◆ Durée totale de la plongée.
- ◆ Indice de saturation à la sortie de l'eau, si l'on plonge aux tables.



© S.Godin

D'autres documents doivent être tenus à la disposition de l'organisateur de la plongée : les renseignements personnels et les carnets de certification.

Les renseignements personnels portent sur l'identité du plongeur, les renseignements d'une personne à prévenir en cas de nécessité, les renseignements concernant la mutuelle ou autre organisme de sécurité sociale, les renseignements concernant les assurances personnelles éventuelles souscrites par chaque participant, les renseignements médicaux comme par exemple les médicaments qui sont pris de manière régulière, les allergies à certains médicaments, les autres allergies, les éventuels antécédents.

Les carnets de certification sont souvent sollicités par les autorités afin de confirmer l'exactitude des renseignements fournis par l'organisateur sur les plongeurs emmenés.

8.2 LE CHEF DE PALANQUÉE

Le chef de palanquée est un plongeur qui emmène un petit groupe. Il est généralement le plus expérimenté. Le chef de palanquée dirige la plongée et prend les décisions pour les autres plongeurs.

Avant la plongée, il fait connaissance des plongeurs qui vont l'accompagner. Cette prise de contact portera sur la vérification :

- ◆ Les cotisations et assurance.
- ◆ La visite médicale (VM et ECG - si prescrit - mais aussi problèmes de santé, problème à la descente, sur le fond (froid, narcose, etc.), limitation « médicale » imposée, etc.
- ◆ Le brevet et les brevets de spécialisation.
- ◆ Le ou les moyen(s) de décompression.
- ◆ L'expérience de plongée : à quand remonte la dernière plongée, les endroits habituels de plongée, la profondeur habituellement atteinte/limite, la durée moyenne des plongées déjà effectuées, aptitude à faire de la décompression, les intérêts recherchés, etc.
- ◆ Le matériel de plongée : type de combinaison, gaz utilisé, contenance bouteille, matériel habituel, etc.

Finalement, cette prise de contact doit permettre au chef de palanquée de déterminer si la plongée planifiée est réalisable avec les plongeurs désignés et si elle a déjà été faite ou si c'est une découverte.

Lors de cette prise de contact, le chef de palanquée désigne le membre de sa palanquée qu'il estime être le plus apte à reprendre la direction de palanquée en cas de problème. Ce serre-file aura ses tâches spécifiques (cfr. la formation du plongeur 2 étoiles).

Le chef de palanquée, après avoir pris les informations utiles sur ses plongeurs, fixe les paramètres de la plongée : le but, la durée prévue, la profondeur et l'orientation. Il planifie la plongée qu'il respectera ensuite.

Le chef de palanquée organise la planification de la décompression. Il fixe également la réserve d'air. A ce sujet, il existe différentes manières de la déterminer, comme notamment la profondeur maximum plus 10 bars, la règle des 1/3 (1/3 aller, 1/3 fonds et 1/3 réserve), etc.

Disposer d'une réserve d'air pour soi-même est évidemment une priorité absolue. Mais il est bon aussi d'envisager pour soi une surconsommation ou pour son compagnon un besoin d'appoint d'air pour terminer la plongée en sécurité et confortablement.

Il mène son équipe à l'endroit de la mise à l'eau. Le serre-file fait alors son contrôle de fonctionnement du matériel de chaque plongeur en veillant à ce que tout le monde soit attentif.

Le chef de palanquée réalise ensuite un briefing adapté aux circonstances et aux plongeurs.

Une plongée doit toujours être conçue en fonction de l'élément le plus faible de la palanquée, ce qui veut dire que la vitesse de déplacement de la palanquée, tant en surface qu'en immersion, doit être adaptée au plus faible. Une attention toute particulière est portée aux signes annonciateurs d'un éventuel essoufflement (nombre de bulles, fréquence respiratoire). De même en eau froide on observe les membres de la palanquée en vue de repérer les premiers signes annonciateurs du froid. Bien souvent certains plongeurs hésitent à avouer qu'ils ont froid.

Le chef de palanquée désigne la place de chacun dans le groupe en favorisant lors de visibilité réduite un fonctionnement en binôme et une limitation dans les distances séparant les accompagnants.

La plongée s'exécute en respectant pour autant que possible le plan annoncé. Parfois des circonstances extérieures justifient une adaptation du profil. Mais un profil idéal de la plongée envisage un départ contre le courant et un retour avec celui-ci. Le point le plus profond est atteint en début de plongée. La remontée est progressive pour terminer au palier en évitant les profils en dents de scie, des montées et descentes successives. Le chef de palanquée veille à faire ralentir encore la remontée à l'approche de la surface.



© M. Hiernaux

8.2.1 BRIEFING

Le briefing est développé par le chef de palanquée. Il porte sur la technique de mise à l'eau, le moment de l'immersion, la descente avec un premier rendez-vous de contrôle (oreille mais aussi ordinateur et disfonctionnement au matériel), la position dans la descente et lors de l'évolution, les centres d'intérêt tout au long de la plongée, le moment de la remontée et la remontée en elle-même, la technique de décompression, le retour vers la surface et la remontée au sec.

Le chef de palanquée rappelle les paramètres de décompression abordés lors de la prise de contact.

Il indique les circonstances qui font STOPPER sans condition la plongée :

- ◆ Planification atteinte.
- ◆ Réserve atteinte.
- ◆ Rappel de la surface.
- ◆ Incidents non maîtrisés.
- ◆ Perte de compagnon.



© S. Godin

La perte de compagnon a été codifiée notamment par la CMAS. Ce protocole est immuable et est de stricte application.

Pour rappel, lors de la perte d'un compagnon, le plongeur tourne sur lui-même à la recherche du reste de la palanquée, regarde en haut et en bas et cherche des bulles ou de l'éclairage. En cas de non découverte, après maximum 30 secondes (en fonction de la profondeur, cette recherche peut être écourtée pour réduire la consommation d'air), le plongeur remonte à la vitesse de son moyen de décompression et effectue les paliers **obligatoires** uniquement. Il informe la sécurité surface de l'absence d'un plongeur.

La question se pose effectivement de savoir comment **avertir efficacement et surtout rapidement** la sécurité surface pour que les recherches s'engagent au plus vite. Si une procédure est utilisée, elle doit être communiquée aux membres de la sécurité. Cette communication peut par exemple être réalisée par l'envoi de deux parachutes à la surface.

Le chef de palanquée vérifie également que les plongeurs de sa palanquée communiquent de manière identique et que surtout tous les signes sont connus et compris. Il insiste, par exemple, sur les signes indiquant la pression d'air résiduelle ou sur les indications de la décompression obligatoire.

Il termine son activité « terrestre » en cédant la parole à son serre-file en l'invitant à effectuer le contrôle du matériel : présence du matériel obligatoire, analyse de matériel particulier, fonctionnement.

8.2.2 PENDANT LA PLONGÉE

Le chef de palanquée conduit la palanquée en fixant l'évolution du groupe sur l'élément le plus « faible ». Il gère la profondeur dans le respect de la planification. Il surveille régulièrement la présence de tout le monde. Il s'assure de la consommation de chacun et indique la fin de plongée et les paliers obligatoires à réaliser.

Il intervient en priorité sur un incident MAIS cette prérogative doit être cédée si un compagnon est susceptible d'être efficace.

Le chef de palanquée est un guide. Il veille tout au long de la plongée à rendre celle-ci agréable en faisant observer par tous les membres de la palanquée les différents attraits.

Il incite les membres de son groupe à développer cette observation et la communication aux autres.



© H. de Broux

Note :

La bouée de signalisation (parachute) permet d'indiquer à la sécurité surface qu'une palanquée a rejoint la zone de décompression. Elle offre la possibilité d'un suivi visuel en cas de dérive. Elle sert donc de moyen de communication avec la surface. Parfois, par convention, le fait de placer deux bouées en surface pour une même palanquée (même main) indique un incident sollicitant l'intervention de la sécurité surface.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

8.2.3 APRÈS LA PLONGÉE

Il développe le bilan technique de l'immersion en fournissant les paramètres de la plongée, les problèmes individuels et collectifs rencontrés, les corrections à y apporter et conseille chacun sur la prochaine plongée (successive, etc.).

Outre le partage sur le déroulement de la plongée, chacun enrichit le débat sur les points d'intérêt rencontrés. Il veille à la bonne tenue des carnets de plongée de la palanquée.



© M. Hiernaux

8.3 LA PLONGÉE EN CARRIÈRE

Par carrière, il faut entendre toutes étendues d'eau à ciel ouvert, telles que les carrières inondées, les lacs, les étangs et les retenues d'eau, où se pratiquent régulièrement les activités subaquatiques.

Ce terme a, depuis longtemps, été élargi et ne se limite plus à ce simple concept. Actuellement, il faut entendre étendue d'eau à ciel ouvert. La plongée en carrière est limitée à 40 mètres. Seules des circonstances exceptionnelles, comme par exemple, la recherche d'un compagnon disparu, peuvent autoriser le dépassement de cette profondeur.

L'accès à ces plans d'eau ne peut se faire qu'avec l'accord du gestionnaire des lieux, dans le respect du règlement d'accès, et pendant les heures d'ouverture. Plonger à l'insu du gestionnaire, en dehors des heures normales d'accès, est interdit et peut conduire à des sanctions prises par le Conseil d'Honneur et de Discipline.

Beaucoup d'épreuves en eaux libres sont réalisées dans nos carrières inondées. L'exécution de ces épreuves nécessite la mise en place d'une surveillance de sécurité, ce que l'on appelle généralement la « sécurité de surface ».



© L. Smit

En ce qui concerne la composition des palanquées, on essaye de réunir trois plongeurs par palanquée en tenant compte des règles d'encadrement Lifras et en respectant les prérogatives de profondeur de chacun.

Note : Lorsqu'une profondeur donnée est imposée pour l'exécution d'une épreuve et que, soit le fond de la carrière n'atteint pas la profondeur requise, soit la visibilité trouvée sur le fond rendrait le contrôle de l'épreuve hasardeux, une tolérance de profondeur d'épreuve de 10 % MAXIMUM pourra être admise.

(Ex. 30 mètres => 27 mètres).

La plongée en eau douce dans nos carrières peut paraître rébarbative. Elle sert de creuset à la découverte et à l'accomplissement de toute une série de gestes techniques. L'intérêt pour le novice peut paraître réduit. Les gestionnaires des sites veillent à aménager ceux-ci d'autant de points d'intérêt. Les chefs de palanquée entretiendront l'intérêt de tous à ce type de plongée en insistant aussi sur l'intérêt d'acquérir de l'expérience subaquatique partout dans le monde.



© S. Godin

La visibilité est parfois réduite en fonction de la profondeur. Il est essentiel pour un chef de palanquée d'attirer l'attention de ses compagnons sur cet aspect. Dans ce sens, la palanquée sera limitée en nombre en fonction de cela. Si la visibilité est évolutive, les membres de la palanquée veilleront à réduire les distances entre eux. Il est bien souvent préférable également de maintenir les phares de plongée allumés. Ils servent également de point de repère visuel pour le guide de palanquée.



© M. Hody

L'eau de nos carrières est en fonction des circonstances « fraîches ». Un matériel de protection adapté à ces basses températures est indispensable. Le froid concourt souvent à réduire la durée de l'évolution et est un des paramètres envisageables pour l'annonce de la fin de plongée.

Les eaux froides de nos espaces habituels de plongée sont susceptibles d'interférer sur le bon fonctionnement des détendeurs. La détente de l'air dans le premier étage se produit à des températures extrêmement froides (jusqu'à $-52\text{ }^{\circ}\text{C}$). Il est donc possible d'être confronté à un blocage de pièces du premier étage générant un « givrage » ayant pour conséquence une perte importante de gaz.

Le chef de palanquée, dans son briefing, indique le comportement à avoir en la circonstance.

Note : Le Pôle Sécurité a fourni quelques recommandations sur la procédure à suivre. Le plongeur, dont le détendeur est en givrage, passe sur son détendeur de réserve. Il informe ses compagnons de plongée de l'incident en présentant de manière non équivoque le premier étage fusant. Le plongeur intervenant suit alors le tuyau de moyenne pression pour arriver au premier étage concerné et surtout à la robinetterie qu'il y a lieu de fermer. La plongée est alors interrompue puisque le plongeur « en difficulté » ne dispose plus que d'un seul détendeur et qu'il est susceptible d'avoir bien vidé sa bouteille.



© Ph. Halloin

Toutefois, il est concevable de reprendre la plongée, si la perte de gaz n'a pas été significative, à condition que le détendeur fermé soit réouvert et est fonctionnel. Ces consignes seront annoncées pour éviter toute mauvaise compréhension dans la gestion de l'évènement.

Dans tous les cas, le chef de palanquée aura à l'esprit que fermer une robinetterie sous l'eau est une opération potentiellement lourde de conséquence. Dans le stress du moment et alors que la visibilité est souvent devenue dégradée en raison des bulles et de la vase soulevée par les mouvements des plongeurs, le risque d'erreur de robinetterie peut être réel. Le plongeur victime d'un givrage se retrouverait alors sans air...

Selon les circonstances, regagner la surface et ensuite fermer une bouteille peut également être une solution pertinente et sécurisante, surtout pour les plongeurs peu expérimentés. Terminer la plongée ou continuer à faible profondeur sera alors décidé par le chef de palanquée en fonction de la situation.

8.4 LA PLONGÉE EN MER DU NORD

La plongée en Mer du Nord est très spécifique. En effet la mer du Nord est un plateau entre le continent et l'Angleterre, peu profond (profondeur moyenne 30 mètres environ), par lequel le flux et le reflux s'effectuent 4 fois par jour au gré des marées. Les courants y sont donc parfois très violents, si bien que les plongeurs choisiront leur moment de mise à l'eau, non pas à l'étable, mais bien au moment du courant le plus faible pour l'endroit de plongée choisi. Ceci sous-entend évidemment une bonne connaissance des courants en Mer du Nord et de la façon de les calculer.



© D. Boileau

Exemple réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

8.4.1 NIVEAU ET EXPÉRIENCE MINIMUM

La plongée en Mer du Nord s'effectue le plus souvent à bord d'un bateau dont le capitaine s'est spécialisé dans cette matière. Elle peut très bien se faire également à partir d'un bateau pneumatique. De longs temps de navigation sont parfois nécessaires pour arriver sur le lieu de plongée et, en fonction des marées et des moments de courants propices, le rendez-vous au port pourra parfois se faire à des heures très matinales.

Les conditions météorologiques changeantes peuvent également amener à devoir annuler la sortie à la dernière minute. Mieux vaut donc se renseigner auprès du capitaine du bateau si la sortie s'effectuera en fonction des conditions météo. Pour les personnes sensibles au mal de mer, il est recommandé de prendre les médicaments nécessaires avant de monter à bord, sauf si on annonce une mer d'huile.

La Lifras a retenu une réglementation spécifique en ce qui concerne ce type de plongée. Les plongeurs sont tous au minimum brevetés 2 étoiles. Ils plongent dans le cadre de leurs prérogatives (Qui avec qui ?). La palanquée est composée de maximum trois membres. L'organisateur de la sortie doit avoir une bonne expérience de la plongée en mer à marées et à visibilité réduite. Il a au moins 60 plongées en mer à son actif. L'Escaut oriental compte comme plongées en mer (pour 75 % d'entre elles). Les chefs de palanquée ont eux aussi une expérience de plongée en mers à marées et à visibilité réduite. Ils ont au moins 30 plongées en mer à leur actif, les plongées en Escaut oriental étant considérées comme des plongées en mer. Une formation touchant à la sécurité lors de plongée sur épaves est donnée aux plongeurs qui n'en ont pas encore l'expérience.

8.4.2 ORGANISATION

Un briefing complet et approprié est donné aux plongeurs. Une sécurité surface efficace doit être assurée. Une feuille de palanquée doit être tenue.



© D. Boileau

8.4.3 TECHNIQUE DE PLONGÉE

Quelques renseignements pratiques concernant la mise à l'eau et la récupération des palanquées doivent être fournis. La plupart du temps l'épave est simplement balisée et le bateau de plongée reste manœuvrant. La mise à l'eau ne peut s'effectuer qu'au signal du patron du bateau et dans l'ordre de mise à l'eau prescrit. Le patron précise également la façon de se mettre à l'eau. Les plongeurs sont largués en amont de la bouée et se rendent vers celle-ci portés par le courant. L'immersion doit s'effectuer le plus rapidement possible et la descente s'effectue obligatoirement le long de la ligne de descente. La remontée doit si possible s'effectuer de la même manière, sauf s'il a été précisé que les palanquées remonteront et se signaleront en surface à l'aide d'une bouée de repérage.

La plongée s'effectue dans la courbe de non décompression. Le temps de plongée peut être allongé lorsque le plongeur plonge avec un mélange suroxygéné (Nitrox).

Le plongeur dispose évidemment de son matériel obligatoire. Il veille à disposer d'une lampe efficace et éventuellement d'une lampe de secours et d'un couteau (cisaille) efficace. Le responsable de la sortie indique les caractéristiques de l'épave et fournit une analyse de risques notamment sur la présence des filets, lignes de pêche, objets dangereux, etc. L'opportunité d'entrée dans l'épave doit faire également partie de cette analyse.

Les plongeurs s'orientent d'après l'épave, et sans utilisation de la boussole (les masses métalliques perturbent les boussoles). Les plongeurs restent absolument groupés et, en cas de perte, le point de rendez-vous est la ligne de descente et, si nécessaire, la bouée de balisage en surface. La perte d'un compagnon doit être immédiatement signalée à la sécurité surface. Le temps et la profondeur planifiés doivent être respectés. Les plongeurs veillent à regarder régulièrement vers la surface, la lumière du jour devant toujours être apparente. Ils n'entrent dans l'épave que si cela a été autorisé lors du briefing et selon les recommandations qui sont alors faites. Un plongeur coincé ne gonfle pas son gilet stabilisateur, que du contraire. Dégonfler légèrement le gilet suffit parfois à se sortir d'un mauvais pas. Il n'hésite pas à se faire aider. La plongée s'effectue sans effort. A l'issue du temps de plongée, les plongeurs se retrouvent à la ligne de descente et entament la remontée le long du bout, en respectant la vitesse de remontée. La récupération à bord s'effectue selon les directives données lors du briefing général d'organisation. Chaque palanquée signale sa sortie de l'eau et donne ses paramètres de plongée.

8.4.4 CONDITIONS PARTICULIÈRES

Le capitaine du bateau décide de la faisabilité de la sortie en mer.

L'état de la mer ne peut dépasser le code 4 : mer agitée, hauteur des vagues entre 1,25 m et 2,5 m.

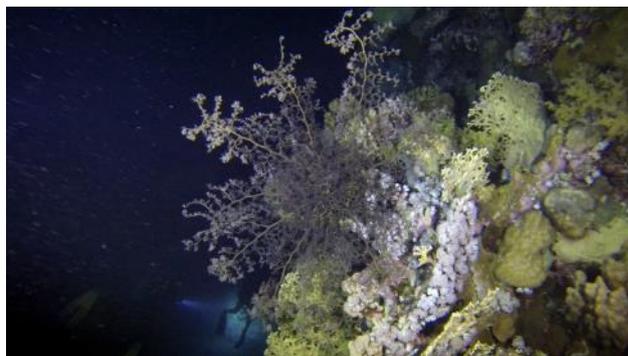
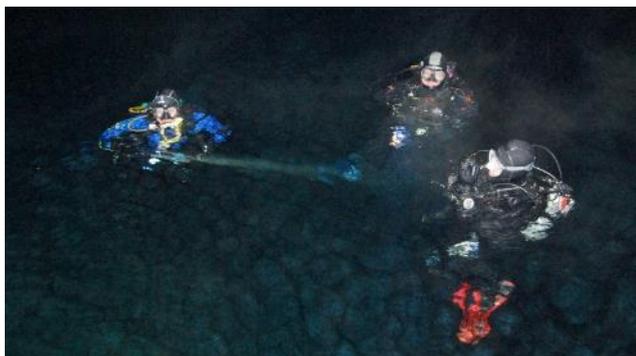
Le moment de la mise à l'eau est choisi en fonction de la période de courant le plus faible.

La plongée doit se faire dans la courbe de non palier obligatoire (No Deco).

8.5 LA PLONGÉE DE NUIT

8.5.1 DÉFINITION

On entend par plongée de nuit toute plongée qui est partiellement ou totalement réalisée pendant la période comprise entre le coucher et le lever du soleil. La plongée de nuit est un aspect particulier de la pratique de la plongée. Le plongeur est curieux et il se demande certainement si le monde sous-marin est différent de nuit. La réponse est oui. Certaines espèces ne sortent que de nuit. D'autres somnoient et leur observation peut être intéressante. Clairement, l'ambiance du milieu est différente. La clarté est habituellement excellente et n'a rien à voir avec une eau avec des particules en suspension. Le champ de vision du plongeur se limite par ailleurs à la couverture d'éclairage de son phare.



© H. de Broux

8.5.2 NIVEAU ET EXPÉRIENCE

Il faut être titulaire d'un brevet 1 étoile et, par conséquent, les plongeurs enfants (Dauphins) sont interdits de plongée de nuit. Le chef de palanquée doit être un plongeur expérimenté et avoir déjà plongé de nuit. Les palanquées seront composées d'un maximum de 4 plongeurs.

8.5.3 CONDITIONS PARTICULIÈRES

La plongée de nuit sous la glace est interdite. Les épreuves en vue de l'obtention d'un brevet ne peuvent être réalisées au cours d'une plongée de nuit, pas même une direction de palanquée ou l'exercice d'organisation.

8.5.4 MATÉRIEL DE PLONGÉE

Chaque plongeur est équipé d'une lampe de plongée étanche en état de fonctionnement. Si, au cours de la plongée, la lampe d'un plongeur de la palanquée tombe en panne, le chef de palanquée a l'obligation de terminer la plongée et d'entamer la procédure de remontée. Idéalement, une lampe de réserve est d'un grand confort. Le port de la dragonne peut certainement reconforter le plongeur qui fait sa première immersion de nuit. Mis à part cette pièce de matériel importante, le matériel classique et obligatoire est de mise. Par contre, il est important de maîtriser le positionnement de tout ce matériel.

En fonction de la disposition des lieux, il est souhaitable que l'endroit de la sortie de l'eau soit balisé par un éclairage particulier. Si on plonge d'un bateau, une lampe peut être immergée sous l'eau, attachée au bateau pour signaler sa position. Le pont du bateau est correctement éclairé, de manière à ce que chaque plongeur puisse s'équiper correctement et aisément. Si on plonge le long d'une ligne de descente, il est recommandé de fixer sur cette ligne, une balise lumineuse (genre flash) à mi-profondeur. Cela donne également un excellent point de repérage. Pour faire simple, les points de mise à l'eau et de retour doivent être éclairés.

8.5.5 ORGANISATION

Pour ce genre de plongée, qui ne s'improvise certainement pas, un briefing complet et approprié doit être donné aux plongeurs. Au cours de ce briefing il est notamment rappelé le code de communication par lampe. Il est rappelé, qu'en surface, il est interdit d'utiliser les lampes sauf pour signaler une détresse ou demander de l'aide. Un accent particulier est mis sur le fait que les membres de la palanquée doivent rester soudés, et qu'il n'y a donc pas lieu de perdre quelqu'un en cours de plongée.



Si une plongée sur épave est prévue en plongée de nuit, ce qui n'est pas interdit en soi, ce ne peut pas être une épave inconnue sur laquelle on plonge pour la première fois. Il faut être d'autant plus attentif à tous les dangers que peut présenter une épave (filets ou lignes de pêches, tôles coupantes, etc.).

Les chefs de palanquée veillent à être particulièrement attentifs aux membres de leur groupe qui plongeraient pour la première fois de nuit. En effet, la perception de nuit est tout à fait différente, et certains plongeurs inexpérimentés pourraient ressentir une impression plus importante d'oppression ou de mal-être.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Aucune limitation de profondeur n'est prescrite pour ce type de plongée. Mais le bon sens laisse sous-entendre que la plongée profonde ou même à décompression obligatoire n'est pas de mise. En effet, la gestion d'un incident est d'autant plus compliquée que la visibilité est réduite tant sur l'eau que sous l'eau. A méditer. Les signes de communication spécifiques à l'usage d'une lampe de plongée doivent être revus avant le départ et surtout assimilés.

8.5.6 CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

Le lieu de plongée doit de préférence être à l'abri du courant et du vent. Les conditions météo doivent être optimales. Habituellement, les températures sont plus fraîches de nuit qu'en journée. Il est conseillé de se prémunir du froid ou de l'air plus frais, surtout pour l'après plongée.

NOTE : Il existe un « code de comportement » en plongée de nuit. La nuit est normalement faite pour dormir sauf pour les plongeurs. Il est de bon temps donc de respecter le sommeil des autres (limiter les tests de matériel au strict nécessaire par exemple). Le phare éblouit les animaux marins mais aussi vos compagnons. Il est plus confortable d'éclairer les abords du sujet plutôt que de tenter d'injecter de force en direct le faisceau lumineux.

8.6 LA PLONGÉE SOUS LA GLACE

Bien que peu pratiquée, la plongée sous la glace reste soumise à des règles d'organisation bien particulières. En effet, le danger supplémentaire représenté par le fait de ne pouvoir faire surface à n'importe quel endroit du site de plongée doit être intégré dans l'analyse de risques. Ne pas respecter les règles particulières d'organisation d'une telle plongée peut faire courir un danger important aux adeptes de cette discipline très spéciale.

8.6.1 NIVEAU ET EXPÉRIENCE

Tous les plongeurs sont au moins titulaires du brevet 2 étoiles. La plongée sous la glace est donc interdite aux plongeurs non-homologués, aux plongeurs 1 étoile et aux enfants.

De plus chaque plongeur doit avoir accompli au moins 50 plongées.

Le chef de palanquée doit avoir l'expérience de la plongée sous la glace, il doit de plus connaître le site de plongée et avoir assuré au moins 5 directions de palanquée sur ce même site.

Les palanquées sont composées de deux plongeurs reliés par un filin/dragonne.

Tous les plongeurs doivent avoir l'expérience de la plongée en eau froide et l'avoir pratiquée récemment.



© O. Renier

8.6.2 CONDITIONS PARTICULIÈRES

La présence du matériel nécessaire à briser la glace est obligatoire sur le site de plongée.

Les épreuves pour l'obtention d'un brevet et la plongée de nuit sont formellement interdites lors d'une plongée sous la glace.

La plongée s'effectue obligatoirement dans la courbe de sécurité (plongée sans paliers). La durée de la plongée ne dépasse jamais les 30 minutes, quelle que soit la profondeur atteinte. Ces consignes sont à respecter très strictement.

8.6.3 ORGANISATION

Un briefing complet et approprié est donné aux plongeurs. Il doit être scrupuleusement respecté. Au cours de ce briefing un rappel est fait quant aux procédures de :

- ◆ Givrage d'un détendeur.
- ◆ Perte d'un compagnon en cours de plongée.

Note : Tout givrage de détendeur implique un retour immédiat au point de départ (trou de mise à l'eau) Il en est de même dès qu'un compagnon de plongée signale qu'il a froid.

Les palanquées sont formées de deux plongeurs maximum et reliés par une dragonne. La lampe de plongée est obligatoire.

La sortie de l'eau doit être rendue possible, soit par une échelle, soit par la pente naturelle du fond du plan d'eau. Le trou de mise à l'eau doit rester à tout moment libre de glace.

La sécurité est assurée par une palanquée de plongeurs équipés, aptes à intervenir sans délai sous la glace.

8.6.4 COMMENT ORGANISER LA SÉCURITÉ EN FONCTION DU SITE DE PLONGÉE ?

PLAN D'EAU OUVERT, D'UNE GRANDE SURFACE

- ◆ Autant de trous d'entrée/sortie que de palanquées.
- ◆ Les trous sont équipés de fils d'Ariane d'un maximum de 50 mètres.
- ◆ Ceux-ci ne peuvent se croiser sous l'eau et doivent être situés de manière telle que les fils d'Ariane ne puissent s'emmêler en aucun cas.
- ◆ La sécurité surface doit s'occuper du placement, déroulement et de l'enroulement du fil d'Ariane de chaque palanquée.
- ◆ Le code de communication par corde doit donc être connu et appliqué par tous les plongeurs :
une traction = OK ? réponse une traction si OK, deux tractions = petits problèmes, quatre tractions = sur réserve, cinq tractions ou plus = gros problème.



© D. Boileau

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

PLAN D'EAU FERMÉ (PETITE CARRIÈRE PAR EXEMPLE)

- ◆ Autant de trous d'entrée/sortie que de palanquées.
- ◆ Un des plongeurs de sécurité est relié au trou de mise à l'eau par un fil d'Ariane d'une longueur suffisante pour pouvoir atteindre n'importe quel endroit du plan d'eau. En cas d'incident, ce plongeur de sécurité se met à l'eau et se dirige vers l'emplacement présumé de l'incident et ce à très faible profondeur (1 mètre maximum).
- ◆ En cas de perte de compagnon, le plongeur perdu remonte et reste sous la glace. Il contrôle sa respiration et attend que, soit son chef de palanquée, soit le plongeur de sécurité, viennent le chercher.
- ◆ Le plongeur de sécurité balaie alors la circonférence du plan d'eau. Le plongeur perdu, se trouvant sous la glace, va nécessairement apercevoir le fil d'Ariane. Il lui suffit de l'accrocher, de prévenir le plongeur de sécurité par le code de communication et de rejoindre la sortie de l'eau. On peut également apercevoir par transparence un plongeur en difficulté bloqué sous la glace et intervenir de la proche surface. La glace étant transparente, un plongeur marchant sur la glace peut, sans problème, indiquer à la palanquée la direction du trou de sortie le plus proche.

8.7 LA PLONGÉE À PARTIR D'UN BATEAU

Beaucoup de séjours de plongée s'effectuent dans des centres qui disposent de bateaux aménagés pour le transport de nombreuses palanquées. Ce sont soit des bateaux qui ont été spécialement conçus pour les activités de plongée, soit d'anciens chalutiers qui ont été transformés dans ce but. Ces centres fonctionnent de manière professionnelle. Ils sont soumis à différentes législations plus ou moins contraignantes mais qui nous offrent des garanties de service.

8.7.1 NIVEAU ET EXPÉRIENCE

Aucun niveau spécifique ou aucune expérience indispensable ne sont imposés. Il est donc tout à fait imaginable de réaliser sa première immersion au départ d'un bateau.

8.7.2 ORGANISATION

Toutes les consignes « classiques » de plongée restent de mise. Le responsable de la plongée veille à communiquer en détail le déroulement et l'horaire de la plongée dans un briefing général donné à tous les plongeurs.

Le site est décrit reprenant les éventuels dangers mais aussi et surtout les centres d'intérêt. Les règles de conduite particulière, éventuellement spécifiques, sont également communiquées.

AVANT LE DÉPART

- ◆ Vérifier la météo.
- ◆ Vérifier que tous les plongeurs de la palanquée disposent du matériel obligatoire.
- ◆ Vérifier la conformité du bateau avec la réglementation locale.
- ◆ Vérifier la présence du matériel de secours (bouteilles de réserve équipées, bouteille d'oxygène équipée, eau douce, trousse de secours, moyens de communication, plan de secours et d'évacuation, feuille de palanquée, feuille de renseignements des plongeurs, etc.) Si les conditions de sécurité ne sont pas réunies, il y va de la responsabilité de tous de suspendre voire même annuler la plongée.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

- ◆ Le plongeur a des obligations administratives et médicales à respecter. Le responsable de la plongée demande souvent à vérifier les brevets de plongée et les carnets de plongée. Certains n'hésitent pas à faire effectuer une plongée test avec certains plongeurs qui peuvent avoir des responsabilités d'encadrement tout au long de leur séjour.



© S. Godin

PENDANT LA NAVIGATION

- ◆ Pour faciliter le confort de chacun, il est important de bien ranger son matériel mais surtout de vérifier son bon arrimage, en particulier par mer agitée.
- ◆ Vérifier que chaque plongeur de son groupe est en état physique de plonger (fatigue, envie).
- ◆ Respecter l'espace vital des autres plongeurs embarqués.
- ◆ Se préparer à temps et ne pas perturber l'organisation générale.



© S. Godin

SUR PLACE

- ◆ Se renseigner quant au profil de la plongée (temps total, profondeur maximale, itinéraire).
- ◆ Se renseigner quant aux procédures de mise à l'eau et de récupération des palanquées.
- ◆ Respecter l'ordre de mise à l'eau.
- ◆ Bien vérifier le matériel avant de se mettre à l'eau.
- ◆ Ne pas traîner inutilement en surface et s'immerger le plus rapidement possible sur les instructions du chef de palanquée.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

- ◆ A l'issue de la plongée, faire le signe de surface convenu et rejoindre le bateau selon les directives du responsable et remonter le plus rapidement possible à bord, sans traîner.
- ◆ Conserver son masque sur le visage et son détendeur en bouche, tant que l'on n'est pas remonté sur le bateau.
- ◆ Ne pas rester sous l'échelle alors qu'un plongeur remonte à bord (risque de chute).
- ◆ Ne pas bloquer sa respiration (risque d'ADD) lors de l'effort nécessaire pour remonter à bord.
- ◆ Communiquer tous les paramètres de la plongée au responsable de la feuille des palanquées et se signaler dès la sortie de l'eau.
- ◆ Ranger directement son matériel de manière à ne pas encombrer inutilement le pont.
- ◆ Aider les autres plongeurs à remonter sur le bateau.



© S. Godin

AU RETOUR

- ◆ Observer ses compagnons de plongée lors du retour au port.
- ◆ Boire de l'eau.
- ◆ Profiter déjà du temps de retour pour débriefier.
- ◆ Débarquer sans délai le matériel.
- ◆ Mettre à disposition les bouteilles à gonfler.



© S. Godin

8.7.3 CONDITIONS PARTICULIÈRES

En fonction du type d'embarcation, le comportement des occupants devra être adapté. Par exemple, lors de la plongée au départ d'un pneumatique, la plupart du temps la mise à l'eau s'effectue par une culbute arrière. Il est possible que, pour la remontée à bord, le moniteur de plongée demande à ce que les bouteilles soient enlevées dans l'eau et passées à bout de bras (commencer par donner le lestage). Il est encore possible que pour faciliter la remontée, le plongeur doive retirer ses palmes. Dans l'attente de la sortie de l'eau, souvent, un bout est mis à l'eau pour permettre aux plongeurs en attente de ne pas s'éloigner de l'embarcation. Toutes ces conditions seront abordées dans le briefing général.



© S. Godin

8.8 LA PLONGÉE EN ZÉLANDE

La mer du Nord et sa partie néerlandaise nous permettent, comme plongeur belge, d'y développer notre activité en mer sans trop de déplacement.

Cette zone de plongée nous offre la possibilité de plonger en mer, tout en partant du bord. La partie dans laquelle nous plongeons est en fait l'estuaire de l'Escaut, estuaire qui est soumis au flux et au reflux de la marée (à l'exception de la partie fermée du Grevelingen). En effet les mouvements de la Mer du Nord engendrent des courants parfois très forts dans l'Estuaire de l'Escaut, courants avec lesquels nous devons bien entendu composer. Notre activité est pour une majorité des sites en Zélande impactée par l'heure de la marée mais aussi par leur accessibilité. De grands travaux ont été réalisés pour améliorer l'accès aux plans d'eau et donc également la sécurité.

8.8.1 CHOIX DE L'HEURE DE LA MISE À L'EAU

Pour choisir le jour de plongée, on choisit évidemment les plus petits coefficients ou les plus faibles variations de hauteur d'eau.

Coefficient (côtes françaises) : à chaque marée correspond un chiffre entre 20 (plus petit marnage connu et 120 (plus grand marnage connu).

Hauteur d'eau (côtes belges et Zélande) : hauteur d'eau en plus (marée haute) ou en moins par rapport au niveau de référence. Le marnage est égal à l'addition de deux hauteurs d'eau successives (marée haute + marée basse).

Lors du choix de la date, on préfère un jour de marée de mortes-eaux en faisant attention à l'âge de la marée (2 jours $\frac{1}{4}$ après). Les meilleures marées de l'année sont les marées de Quadrature situées aux environs des solstices (21/6 et 21/12). Nous avons à ces dates les courants les plus faibles. Voir la partie Milieu pour plus d'information sur les courants et les marées.

Le meilleur moment, donc, est évidemment celui où il y a le moins de courant et donc de mouvement d'eau ; ce moment est situé autour de l'heure de l'étales (règle des 12^{ème}). Cette règle est décrite ci-après.

En pratique, la mise à l'eau se fait en fonction de la localisation du site de plongée par rapport à l'embouchure et de la configuration des fonds du site de plongée choisi. Pour une plongée à marée haute on se met à l'eau en fonction de la durée de la plongée pour sortir de l'eau au plus tard au moment où l'eau va commencer à se retirer.

A marée basse la marge est beaucoup plus étendue, en plongeant à cheval sur l'heure de la marée. La sortie de l'eau peut se faire, selon les endroits, jusqu'à 1h 30 après l'étales.

NOTE : L'étales de courant est l'instant où le courant s'inverse. C'est à proximité de ces étales de courant qu'il faut favoriser la plongée.



© S. Godin

8.8.2 LA RÈGLE DES 12^{ÈME}

Dans nos eaux habituelles (Zélande, mer du Nord, Atlantique), le cycle des marées se répartit en 2 marées hautes et deux marées basses en un peu plus de 24 h, soit toutes les 6 heures une marée fait place à une autre. Le cycle dure un peu plus de douze heures, 12h25 en moyenne, ce qui fait que la marée est décalée chaque jour d'environ 50'. La mer ne monte pas et ne descend pas de façon régulière. C'est un mouvement ondulatoire dont la courbe de montée et de baisse n'est pas une droite mais une sinusoïde.

La quantité d'eau qui monte et qui sort en 6 heures peut être empiriquement calculée comme suit :

- ◆ 1/12 la première heure.
- ◆ 2/12 la seconde heure.
- ◆ 3/12 la troisième heure.
- ◆ 3/12 la quatrième heure.
- ◆ 2/12 la cinquième heure.
- ◆ 1/12 la sixième heure.

De la 2^{ème} heure de la marée jusqu'à la 5^{ème}, la masse d'eau déplacée est très importante et donc le courant beaucoup trop fort pour qu'un plongeur puisse lutter contre lui. Il est donc très facilement compréhensible que le meilleur moment pour plonger est l'étales, où « à défaut » l'heure avant ou après l'étales. C'est à ce moment que le courant y est le moins fort. Idéalement, on se met à l'eau 40' avant l'étales de marée haute (PM) et 20' avant l'étales de marée basse (BM).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Réglementation de la plongée

La plongée en Zélande est légiférée. L'application des lois fait l'objet d'une surveillance stricte des sites de plongée et de l'activité des plongeurs. Il est entendu que comme pour chaque organisation de plongée, le moniteur de plongée ou a minima le chef de palanquée doit s'informer des normes en vigueur et notamment des obligations à remplir. A ce titre, la Commission de l'enseignement a établi un document « analyse de risques » qui doit être complété et disponible sur le site de plongée lors d'organisation de sortie « club ».

Il est interdit d'abîmer, couper et transporter des plantes ou algues, d'inquiéter, d'attraper, de tuer, de transporter des animaux ou plus généralement d'endommager la nature.

Il est interdit également d'avoir à proximité de soi des plantes, algues et animaux faisant partie des espèces reprises dans une liste déterminée.

Certaines zones (entrée de port, chenal, écluses, etc.) sont interdites à la plongée.

RÈGLES LIFRAS :

- ◆ Les plongeurs sont reliés par une dragonne (cordelette de 120 cm équipée d'un flotteur).
- ◆ La palanquée (Lifras) est composée de 2 plongeurs.
- ◆ La lampe de plongée est obligatoire.
- ◆ Dans les bras morts, il n'est pas nécessaire de se limiter à deux ni d'utiliser une dragonne (comme en carrière).

RÈGLES DE LA PROVINCE - INTERDICTION DE PLONGER :

- ◆ Si la vitesse du vent dépasse 5 Beaufort.
- ◆ Si la visibilité est inférieure à 100 m.
- ◆ Si on se situe, dans le Grevelingen Meer, à moins de 25 m d'engins de pêche mouillés.
- ◆ Dans les entrées des ports.
- ◆ En dessous des ponts, sauf en-dessous du ZELANDBRUG (côté Zierikzee).
- ◆ Dans les chenaux de navigation.
- ◆ Si la plongée s'effectue à partir d'un bateau, un pavillon alpha de 1 m de haut réalisé en matériau rigide est obligatoire.
- ◆ Le pavillon alpha est éclairé en cas de plongée de nuit.
- ◆ Il est recommandé d'utiliser le pavillon alpha (1 m de haut et réalisé en matériau rigide) même en plongeant du bord.
- ◆ Si le bateau est ancré, un filin de 150 m de long avec bouée de marquage à l'extrémité est mouillé.



© B. Lonay

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

RÈGLES NÉERLANDAISES :

- ◆ Profondeur maximale autorisée : 50 m.
- ◆ TTS maximum autorisé : 20 minutes (TTS : temps total pour rejoindre la surface, comprenant les temps de remontée et de paliers obligatoires).
- ◆ Pression partielle d'oxygène maximale autorisée : 1,4 bar.
- ◆ Posséder un certificat médical de moins d'un an.
- ◆ Obligation d'être équipé d'un système affichant la pression dans la bouteille.

AVOIR AVEC SOI UN DOSSIER SÉCURITÉ COMPOSÉ DE :

- ◆ Règlementation Lifras.
- ◆ Analyse de risques Lifras (ou document similaire).
- ◆ Plan d'évacuation, avec les coordonnées du site (longitude et latitude).
- ◆ Rappel des règles de réanimation.
- ◆ Information sur les lieux de plongée (localisation, description, risques).

MATÉRIEL DE SÉCURITÉ OBLIGATOIRE :

- ◆ Téléphone portable (chargé).
- ◆ 300 litres d'oxygène à pression atmosphérique (autonomie de 20 minutes pour un débit de 15 litres par minute).
- ◆ Trousse de secours.
- ◆ Bouteille de réserve.
- ◆ Matériel de réserve complet (avec preuve d'entretien quand il s'agit du matériel mis à disposition).
- ◆ Organisation.
- ◆ Un responsable de la sécurité, désigné à l'avance, est présent en permanence sur le site pendant les opérations de plongée.
Ce responsable dispose de l'analyse de risque Lifras (ou d'un document similaire) avec notamment la planification de la consommation de chaque plongeur.
- ◆ En plus des consignes habituelles, le briefing général aborde les points suivants :
 - ✓ Présentation des responsables de la sécurité.
 - ✓ Explication du site et de ses dangers spécifiques.
 - ✓ Rappel des procédures d'urgence et du plan d'évacuation.
 - ✓ Rappel des limites maximales autorisées (profondeur, temps de plongée, TTS).
 - ✓ Annonce des palanquées et rôle de chacun.

NOTE : Bien qu'il ne soit pas interdit de plonger à 40 mètres et plus en Zélande, les plongées excédant cette profondeur ne seront pas comptabilisées pour la présentation aux examens de moniteurs.

8.8.3 CHOIX DU SITE

En fonction des paramètres disponibles (participants et météo notamment), l'organisateur d'une plongée en Zélande choisit son site de plongée. Ce choix est fonction évidemment des objectifs de la plongée (photos, nuit, plongée baptême, etc.).



© S. Godin

Il est fonction :

- ◆ De la date de la marée.
- ◆ De la connaissance personnelle de l'endroit.
- ◆ Des informations disponibles.
- ◆ De la réglementation, de son accessibilité.
- ◆ De la fréquence de la navigation sur le site.
- ◆ Du balisage installé.
- ◆ De l'expérience des plongeurs.
- ◆ De la marée haute et de la marée basse.
- ◆ Des conditions de la mer.

8.8.4 LECTURE DU CARNET DE MARÉES

Chaque élément du carnet a son importance :

- ◆ Carnet de marées (Watergetijden).
- ◆ Millésime.
- ◆ Marées de mortes-eaux et de vives-eaux.
- ◆ Port de référence du carnet.
- ◆ Table de corrections (Herleidingstabel).

Herleidingstabel = corrections en minutes des heures d'étalement pour un endroit donné par rapport au port de référence pour lequel le carnet est établi (le plus souvent, Wemeldinge).

Doodtijd = mortes eaux.

Springtijd = vives eaux.

H. W. = hoogwater = marée haute.

L. W. = laagwater = marée basse.

NAP = Normal Amsterdams pijl = niveau de référence = hauteur d'eau moyenne à Amsterdam.

EK = eerste kwartier = premier quartier.

LK = laatste kwartier = dernier quartier.

VM = volle maan = pleine lune. NM = nieuwe maan = nouvelle Lune. = zomertijd = heure d'été : indique que les heures sont corrigées en fonction du passage à l'heure d'été.

SPRINGTIJ / DOODTIJ

Maand	Doodtijd	Springtij
	Dag	Dag
Januari	16, 29	8, 23
Februari	14, 28	6, 21
Maart	16, 30	8, 23
April	14, 29	7, 21
Mei	14, 28	7, 20
Juni	12, 27	5, 19
Juli	11, 27	4, 18
Augustus	9, 25	3, 17
September	8, 24	1, 16, 30
Oktober	7, 23	15, 30
November	6, 21	14, 28
December	6, 21	14, 28

N.B. Met de invoering van de **zomertijd** is bij de samenstelling der tafels **reeds rekening gehouden**.

Sommer-Zeit berücksichtigt.

Heure d'été inclus.

Op sommige plaatsen van de kust (bijv. langs het zuidelijke deel van de kust van Zuid-Holland) treedt na de (vrij snelle) daling van het zeeniveau en het bereiken van de laagste stand eerst een lichte stijging en daarna weer een lichte daling op en pas daarna treedt de eigenlijke rijzing van de vloed in. We vinden daar dan dus in een tijdsruimte van enkele uren twee laagwaterstanden, gescheiden door een geringe verheffing van het zeeniveau. Dit verschijnsel wordt 'agger' of 'dubbel laagwater' genoemd. Het treedt vooral op op de dagen omstreeks springtij.

-- 4 --

HERLEIDINGSTABEL

Voor hoog- en laagwater op onderstaande plaatsen t.o.v. hoog- resp. laagwater te WEMELDINGE in uren en minuten. (Dit zijn gemiddelden; afhankelijk van de omstandigheden is meer dan wel minder verschil mogelijk.)

	H.W.	L.W.
Antwerpen stad	+0.15	+1.19
Bath	-0.10	+0.20
Borssele	-1.10	-0.50
Breskens	-1.37	-1.13
Bruinisse	+0.03	+0.01
Cadzand	-2.07	-1.35
Colijnsplaat	-0.08	-0.07
Den Oever	+5.04	+4.58
Dordrecht	+1.04	+3.46
Dover	-4.00	-2.45
Goese Sas	-,-	-,-
Gorishoek	-0.01	-0.01
Hansweert	-0.28	-0.21
Harlingen	+6.16	+7.13
Hoedekenskerke	-0.55	-0.40
Hoek van Holland	-1.00	-1.28
Kats	-0.01	-0.01
Oostende	-2.46	-2.16
Oosterscheldedam buiten	-1.38	-1.25
Oosterscheldedam binnen	-0.26	-0.14
Scheveningen	-0.35	+0.47
Stavenisse	-0.03	-0.03
Terneuzen	-1.16	-0.47
Vlissingen	-1.37	-1.13
Walsoorden	-0.20	-0.21
Westkapelle	-1.57	-1.31
Yerseke	-,-	-,-
IJmuiden	+0.06	+2.01
Zeebrugge	-2.36	-2.06
Zierikzee	-0.08	-0.07

Verklaring: - = vroeger, + = later.

-- 5 --

8.8.5 BRIEFING ZÉLANDE

Le briefing classique reste de mise avec notamment sa présentation, sa prise de contact et l'aspect administration. L'aspect sécurité reste primordial.

Le profil de plongée est beaucoup plus détaillé. Il reprend éventuellement le CAP COMPAS à suivre, outre les classiques aspects attachés à la décompression (profondeur/temps/déco/air).

Comme la plongée en dragonne est imposée dans les bras ouverts de la Zélande, la place de chacun dans le binôme doit être connue.

Un rappel de moyen de communication avec la dragonne et la lampe doit être envisagé. Il est important de réaliser qu'en fonction de la profondeur atteinte, nous nous trouvons assez fréquemment éloignés de la côte et

donc potentiellement dans le chenal. Ceci implique qu'en cas de remontée en pleine eau, la navigation présente un risque et la réglementation interdit de plonger dans un chenal.



© S. Godin

Le matériel doit faire l'objet d'une adaptation :

- ◆ Matériel obligatoire.
- ◆ Lampe et éventuellement lampe de réserve.
- ◆ Gants et protections de genoux (pour ne pas abîmer son costume).
- ◆ Lestage (densité de l'eau 1,03) augmenté de 2 à 3 Kg par rapport au lestage utilisé en eau douce avec le même équipement.

8.8.6 L'ATLAS DES COURANTS OU STROOMATLAS

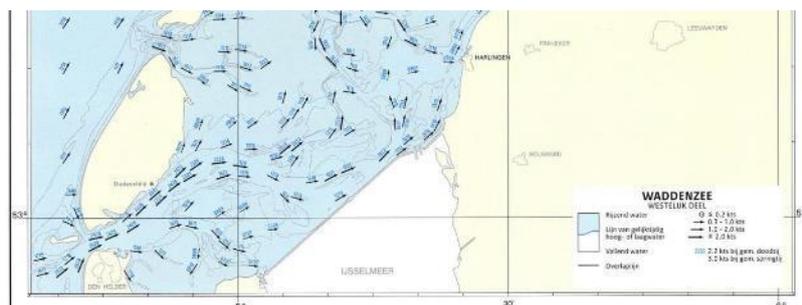
Alors que l'organisateur se renseigne sur les heures de marée, il ne dispose généralement que du « carnet de marées » : petit livret destiné aux pêcheurs et navigateurs en général. Il sert à estimer les profondeurs sous coque pour les entrées et sorties de ports.

Nous sommes plutôt intéressés par l'heure de l'étalement de courant. Cette information doit provenir de la capitainerie, des pêcheurs locaux, de l'Atlas des courants en Zélande (Stroomatlas), etc.

Idéalement, pour organiser une plongée à marée haute, les palanquées doivent être sorties de l'eau pour la renverse du courant. Pour une plongée à marée basse, il est possible de pratiquer une mise à l'eau avant l'étalement, le courant favorisant la mise à l'eau, et de prévoir une sortie de l'eau après la renverse, le courant ramenant les plongeurs au bord.

ATTENTION, CECI N'EST VALABLE QUE POUR DES PLONGEES TYPE ZELANDE.

Le Stroomatlas renseigne les courants sur des faibles profondeurs sachant qu'habituellement le courant de surface est souvent plus important que le courant de fond. Les mesures reprises dans ce document sont des moyennes qui ne prennent pas en compte les marées de vives eaux et de mortes eaux. Dans ces périodes-là, les courants sont légèrement supérieurs (+/- 10 %). L'analyse du Stroomatlas vous permet de déterminer le sens du courant, son intensité et donc de limiter les risques de ne pas retrouver le point de mise à l'eau.



Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

8.9 LA PLONGÉE DE DÉRIVE

Les anglophones utilisent la notion de « Drift Diving » pour ce type de plongée.

Habituellement, lorsque l'on parle de dérive en mer, on sous-entend la présence de courant qu'il soit de surface ou de fond. Les consignes lors de la présence de courant sont de débiter la plongée en y faisant face pour terminer celle-ci en étant porté.

La plongée dérive envisage l'autre option ou plus simplement d'évoluer dans le sens du courant. Ceci implique, évidemment, une récupération assez éloignée du point de mise à l'eau. Le concept de cette plongée est donc non pas de nager contre le mouvement d'eau mais bien de dériver avec lui. Le plongeur n'est pas capable de remonter un courant dans la vitesse est supérieure à 0,5 nœud.

8.9.1 QUELS SONT LES INTÉRÊTS DE CETTE PRATIQUE ?

- ◆ Peu d'effort est nécessaire pour réaliser cette plongée.
- ◆ Consommation en gaz normale à réduite.
- ◆ Bien souvent, il est impossible de pratiquer autrement sur le site choisi.
- ◆ Il est possible de couvrir une grande distance ce qui augmente la possibilité de voir des choses différentes.
- ◆ Le Point de départ est différent du point de récupération.
- ◆ L'embarcation suit le mouvement et surtout les bulles. Le skipper récupère les plongeurs dès leur sortie.

8.9.2 QUELS ÉQUIPEMENTS ?

Le matériel obligatoire du plongeur en mer reste de mise. Pour garantir sa sécurité et surtout sa visibilité, le plongeur emporte une bouée de signalisation pour la surface. Parfois, les centres de plongée pratiquant cette technique imposent d'emporter un miroir. Disposer d'un signal sonore de type « Divealert » est un plus par rapport au sifflet obligatoire.



© T. Barbiaux

8.9.3 COMMENT RÉALISER CETTE PLONGÉE ?

La plongée ne peut se concevoir qu'en réalisant une planification préalable : temps, profondeur, palier, réserve d'air, etc.

Toutefois des conditions supplémentaires doivent être prises en considération pour garantir la sécurité de la palanquée :

- ◆ Le départ devra, au mieux, s'effectuer d'une embarcation.
- ◆ La durée de plongée doit être strictement respectée ce qui garantit la surveillance.
- ◆ Le nombre des plongeurs composant la palanquée est d'autant plus réduit que la visibilité est mauvaise.
- ◆ La qualité de la visibilité puisqu'elle augmente les risques de perte de compagnons.
- ◆ La plongée dérive est intéressante pour les vidéastes et peut être un peu moins pour les photographes. En effet, faire un arrêt pour fixer un sujet peut s'avérer être hasardeux. Cela peut engendrer une surconsommation non planifiée (pour faire face au courant) et une perte de compagnons désireux/poursuivant leur dérive.
- ◆ Comme dans chaque planification, il doit être tenu compte de l'expérience des plongeurs de la palanquée. Une configuration simple de la plongée peut être d'un grand confort pour des plongeurs n'ayant pas l'expérience de ce type d'évolution.
- ◆ La mise à l'eau de la palanquée doit être groupée.
- ◆ Seul le chef de palanquée peut arrêter pour indiquer des points d'intérêt.
- ◆ Le retour en surface s'effectue au parachute pour permettre d'être vu facilement par le skipper du bateau.

8.9.4 QUELS RISQUES ?

Normalement la palanquée est portée par le courant. Si un membre de celle-ci décide de s'opposer au courant, les risques d'essoufflement sont importants.

La dispersion de la palanquée par un excès de palmage d'un de ses membres doit être contrôlée.



© S. Godin

8.10 LA PLONGÉE EN COSTUME ÉTANCHE

Le plongeur cherche son confort en plongée. La pratique du costume étanche permet de plonger toute l'année. On reste au sec en dessous et il suffit de changer le sous-vêtement isothermique pour s'adapter à la température de l'eau. Ceci implique également de permettre des expositions de plongée plus importantes. Les limitations concernent en général les mains qui restent exposées. Néanmoins, pour celles-ci, il existe également des gants étanches.

8.10.1 QUELS SONT LES MATÉRIAUX LES PLUS FRÉQUEMMENT RENCONTRÉS ?

Nous trouvons le néoprène classique ou le néoprène compressé. Tout récemment est sorti sur le marché le « Crushed Neopren », une autre sorte de produit en néoprène.

La toile Trilaminare est composée de trois couches : Butyl Ruber, polyester, nylon ou cordura. Il s'agit d'un matériau également bien répandu et de grande qualité. Ce type de tissu ne protégeant pas beaucoup contre le froid, il faut donc mettre un sous-vêtement isothermique adapté.

Le néoprène est composé de cellules rondes. Celles-ci sont soumises à différents efforts pour finalement se rompre et générer des fuites après 3 à 5 ans même si le plongeur est plein d'attention dans l'entretien de sa tenue. Les combinaisons sèches en néoprène sont également assez rigides par rapport, par exemple, au trilaminare.

A titre indicatif, le « Crushed Neopren » est composé de cellules plates beaucoup plus résistantes à la rupture. Ce néoprène, plus coûteux, offre un niveau de résistance à l'usure plus important.

8.10.2 VERS QUEL MODÈLE FAUT-IL SE DIRIGER ?

Les modèles équipés avec une fermeture dans le dos, bien que offrant une certaine rigidité à cet endroit, sont d'un moindre coût. Pour améliorer l'aisance, comme par exemple une certaine autonomie à l'équipement, certaines combinaisons de plongée disposent d'une fermeture en oblique sur l'avant permettant un équipement/déséquipement individuel.

La fermeture étanche est composée d'une tirette/fermeture éclair.

L'étanchéité est garantie également par les manchons et la collerette.

Ils peuvent être en silicone, latex ou néoprène. Le manchon en silicone est de plus en plus présent sur les nouvelles combinaisons mais aussi peut être placé sur de plus anciennes combinaisons. Ce type est plus résistant aux mauvais usages, aux UV, etc. Il reste que le manchon en néoprène est plus solide que le latex, offre une durabilité supérieure et est probablement moins facilement endommageable.

La collerette et les manchons en néoprène sont retournés sur la peau pour offrir à l'air contenu dans la combinaison une meilleure étanchéité.

Il est essentiel que la collerette soit adaptée en taille au cou du plongeur. En effet, une collerette trop serrée peut engendrer le réflexe du sinus carotidien (le corps confond la pression exercée sur les carotides du cou avec une pression sanguine élevée engendrant un ralentissement du rythme cardiaque une réduction du flux sanguin et le plongeur risque l'évanouissement). A titre indicatif, une cagoule trop serrée peut induire le même effet. Une collerette trop large induit des entrées d'eau.

La combinaison peut être équipée de bottillons en caoutchouc, hybrides ou de types rock bottles. Tout est fonction du budget et de l'usage.

La combinaison étanche, appelée également à volume constant, dispose de deux valves : purge et inflateur. Cette dernière est branchée à la bouteille du plongeur via un tuyau MP sur une sortie du détendeur du plongeur. Elle peut aussi être reliée à une bouteille (petite capacité) supplémentaire via un second étage spécifique.

La purge d'un costume étanche fonctionne sur le même principe qu'une purge de gilet : pour évacuer l'air, il faut « avoir la tête haute ». Elle se situe couramment sur le haut du bras gauche. La purge peut également être réglée pour évacuer l'air de manière automatique en cas de surpression. Une pression sur la purge permet

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

d'évacuer l'air de la combinaison étanche. N'oubliez pas les effets de la Loi de Boyle et Mariotte ... mais cela rentre plutôt dans le cadre de la formation à l'usage du costume étanche.

8.10.3 LA QUALIFICATION VÊTEMENT ÉTANCHE

L'usage correct du costume étanche en plongée peut s'apprendre auprès des moniteurs Lifras.

La qualification Vêtement Étanche est proposée à tout plongeur soucieux de maîtriser ce matériel. Cette qualification n'est pas obligatoire pour plonger avec un vêtement étanche. Un plongeur qui souhaite réaliser des épreuves de remontée en vêtement étanche doit être titulaire de la qualification

Mais il est possible aux plongeurs d'évoluer en costume étanche sans cette qualification.

LESTAGE

L'utilisation d'un vêtement sec oblige le sur-lestage. Ce lestage compense la perte de poids apparent par l'injection d'air isolant dans le vêtement. Le lestage est donc fonction de la quantité d'air injectée dans le vêtement, valeur subjective touchant à la notion de confort du plongeur. Plus on se leste et plus on peut injecter de l'air dans l'étanche, qui offre une isolation :

$$W = W \quad \text{Weight} = \text{Warmth}$$

En général 4 - 6 kg en plus du lestage en eau douce sont nécessaires à l'immersion. Les plombs aux chevilles sont particulièrement utiles pour obtenir une bonne position dans l'eau (attention à l'air qui envahit les pieds et les jambes la tête en bas), toutefois, il ne faut pas qu'ils dépassent 1 kg par cheville (fatigue excessive). Le lestage doit être adapté au type de vêtement utilisé.

Plusieurs moyens sont utilisés pour se lester :

- ◆ Plusieurs ceintures.
- ◆ Plombage sur les bouteilles.
- ◆ Ceintures sous le vêtement sec.
- ◆ Plomb dans le gilet de stabilisation.
- ◆ Baudrier.

Dans tous les cas, l'usage de la ceinture sous la combinaison ainsi que les plombs sur les bouteilles apparaissent particulièrement dangereux ainsi que tout autre système qui ne permettrait pas le largage du lest.



© P. Ruiz



8.11 LA PLONGÉE AVEC GESTION DE TECHNIQUES D'ORIENTATION

Pour beaucoup de plongeurs, l'orientation sous-marine ne se conçoit qu'avec l'assistance d'un instrument d'orientation. Mais c'est aussi se rendre d'un point à un autre, s'orienter et surtout se situer dans l'espace marin.

8.11.1 COMPAS OU BOUSSOLE ?

Tous deux ont une aiguille magnétique et un cadran.

L'échelle est fixe sur la boussole. Sur la boussole les chiffres sont disposés de telle manière que le nord est opposé au lecteur.

L'échelle est mobile sur le compas. Les chiffres sont du côté de l'observateur.

Un système d'orientation est pour le plongeur son tableau de bord. Ce système peut, sans devoir, être composé de :

- ◆ Compas ou boussole.
- ◆ Profondimètre.
- ◆ Chronomètre.
- ◆ Compte mètres.
- ◆ Tablette de prise de notes (coups de palmes, paysage, parcours, etc.).

L'orientation sous-marine peut également s'envisager en analysant le paysage sous-marin pour y tracer son parcours « retour ».

Une autre technique s'envisage simplement en suivant la paroi ou le tombant de la main droite ou gauche.

L'orientation en tenant compte du sens du courant ou la forme des fonds sont autant d'autres techniques tout comme le suivi de la lumière (ombre, soleil, etc.).

8.11.2 COMMENT PRENDRE UN CAP ?

Avant la mise à l'eau, le chef de palanquée va déterminer un parcours qu'il va suivre en plongée. Pour ce faire, il va utiliser, soit les repères naturels ou artificiels qu'il découvre sur le site de plongée, soit son compas.

S'il emploie le compas, il détermine le cap en prenant un **relèvement**, c'est-à-dire qu'il va viser une direction ou un repère visible en surface et va mesurer l'angle formé par la direction de cet amer (nom donné au repère envisagé) avec le Nord.



© M. Hiernaux

Il faut donc pointer l'instrument dans la direction que l'on veut suivre. Celle-ci peut être donnée par le skipper, le moniteur responsable ou le chef de palanquée. Ensuite, il faut **relever le cap** dans la fenêtre de visée frontale et bouger la couronne crantée jusqu'à ce que le cap relevé coïncide avec la ligne de foi. Il ne restera plus qu'à suivre le cap, sans dévier. Attention : lorsqu'on prend son cap hors de l'eau, on tient son compas d'une certaine manière et il est important de conserver celle-ci en plongée. Par exemple, dans le cas d'un compas au poignet, l'angle formé par le bras et l'avant-bras doit être conservé sinon un décalage se produira.



© M. Hiernaux

Par exemple : Je désire faire une plongée en prenant la direction d'un point remarquable (Une bouée cardinale, par exemple). Je la **relève** au 45° (l'angle entre cet amer et le Nord compas est de 45°). Je règle la couronne crantée pour que l'extrémité de l'aiguille soit face à la ligne de foi (les deux repères). En plongée, pour « prendre le cap 45 » (c'est-à-dire pour avancer vers l'amer choisi selon un angle de 45° avec le Nord compas), il suffit d'avancer en veillant à ce que l'aiguille qui indique le Nord reste TOUJOURS entre les 2 repères.

ATTENTION : LES MASSES MÉTALLIQUES SITUÉES SUR LE BATEAU OU AU FOND DE L'EAU PEUVENT FAUSSER LE RELÈVEMENT ET DONC LE CAP. IL EN EST DE MÊME POUR LES LAMPES.

8.12 LA PLONGÉE PROFONDE

Le niveau de brevet dont le plongeur est titulaire détermine son espace d'évolution maximal en profondeur. Pour ce qui est du niveau 3 étoiles, l'accès à une profondeur supérieure à 40 m est soumise à l'obtention du brevet de spécialisation « Plongée Profonde à l'Air ».

La plongée profonde à l'air est considérée comme une plongée technique par opposition à la plongée loisir désormais limitée à 40 m de profondeur.

Pour la Lifras, la plongée profonde à l'air est définie comme toute plongée effectuée à une profondeur égale ou supérieure à 40 m dont la gestion impose une organisation, un comportement et des techniques de plongée appropriées. Elle est notamment caractérisée par une planification préalable et une rigueur dans son exécution.

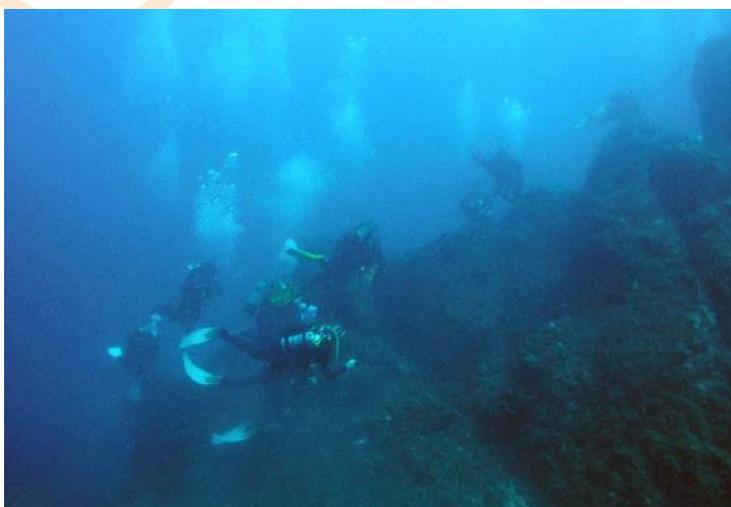
L'attrait de la plongée profonde à l'air :

- ◆ Trouver des sites vierges et intacts.
- ◆ Tout y observer à une plus grande échelle. (gorgones, poissons, etc.).
- ◆ Éprouver des sensations différentes dues à la profondeur.
- ◆ Trouver éventuellement de nouvelles épaves.

Dangers :

- ◆ Consommation.
- ◆ Narcose.
- ◆ Essoufflement.
- ◆ Profondeur.
- ◆ Décompression.
- ◆ Perte de compagnon.
- ◆ Organisation de la sécurité.

La formation théorique proposée dans le cadre de la qualification « Plongée Profonde à l'Air » ne suffit pas. Le plongeur qui s'essaye à la plongée profonde ne peut revendiquer la connaissance de cette discipline en quelques immersions. Un apprentissage progressif, avec des moniteurs expérimentés, combiné à un entraînement régulier sont nécessaires pour confirmer les compétences acquises lors de la présentation du brevet de spécialisation de plongée profonde à l'air.



© T. Barbiaux

8.13 LA PLONGÉE À VISIBILITÉ RÉDUITE

Dans certaines situations, la visibilité des eaux fréquentées peut être réduite par le fait du développement planctonique, de fortes pluies, de mouvements d'eau particuliers, des particules en suspension par le fait d'autres plongeurs, etc. L'orientation devient alors complexe.

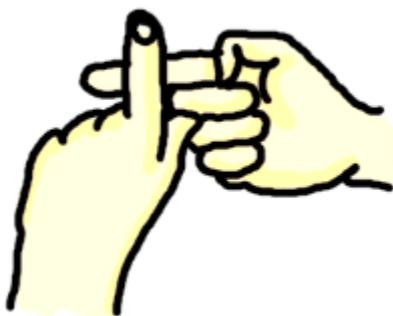
Il est, comme toujours, indispensable de revenir au point d'immersion ou au point désigné de sortie.

Une autre difficulté peut être le stress généré par l'environnement pouvant être perçu comme hostile. Il est essentiel de réaliser que ce type de plongée ne permet certainement pas de profiter des paysages sous-marins.

Est-il donc pertinent de réaliser cette plongée ?

- ◆ Eviter des grands déplacements risquant de ne pas retrouver l'endroit de sortie.
- ◆ Maintenir un contact visuel avec les membres de sa palanquée.
- ◆ Réduire le nombre de membres de la palanquée.
- ◆ Emmener des plongeurs « expérimentés » ou alors bien les encadrer.
- ◆ Evoluer en pleine eau plutôt que sur le fond (risque de s'accrocher, lever des sédiments, etc.).

8.14 LA PROCÉDURE DE RECHERCHE D'UN PLONGEUR MANQUANT



Notre Commission a donné des instructions précises à exécuter en cas de perte d'un compagnon. Le retour en surface s'impose. Si le membre de la palanquée n'apparaît pas dans un bref délai, les recherches doivent être engagées d'autant plus rapidement que la profondeur et le temps de plongée influencent la consommation et donc le temps de survie possible.

Nous devons offrir une **réponse rapide**. L'intervention porte sur **un secteur réduit**. L'intervention, en évitant tout suraccident, est réalisée par des plongeurs **immédiatement** disponibles. La tactique est **structurée** et **systematique**.

Le responsable de la sécurité surface organise les secours et fait interrompre les mises à l'eau.

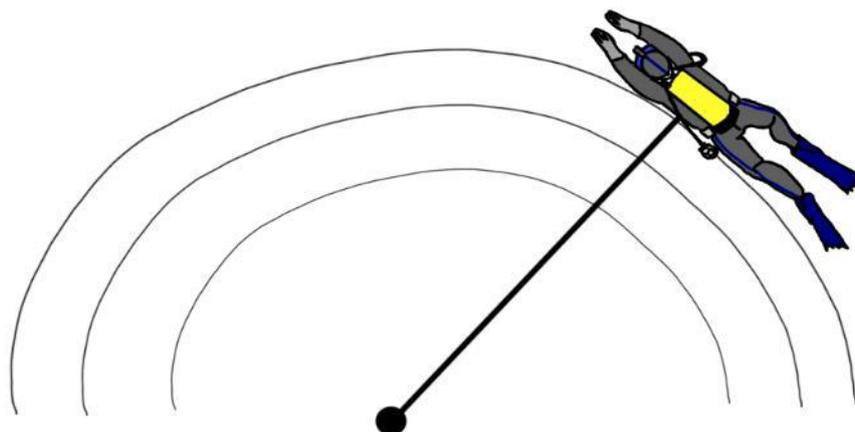
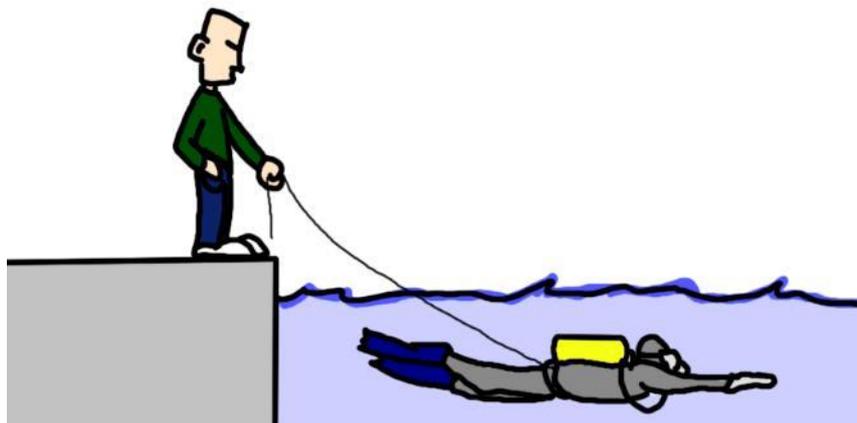
Les intervenants recherchent des bulles au plus vite. En cas de découverte, il y a lieu d'y plonger. Il s'agit d'une recherche visuelle.

Cette intervention rapide ne nécessite pas de matériel spécifique de recherche. Toutefois, les plongeurs engagés doivent être autonomes et avoir la capacité d'intervenir dans de telles circonstances.

D'autres techniques de recherche :

Le plongeur, seul mais encordé, est guidé par le signaleur au départ de la rive.

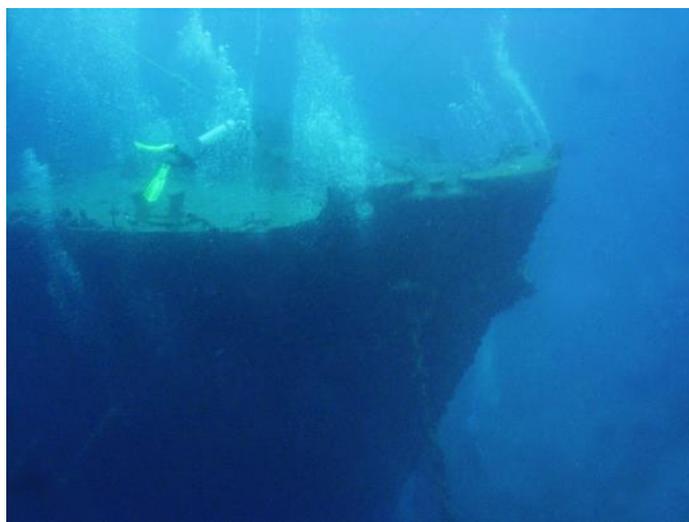
Une autre technique est celle du pendule. Un point central est fixé et sert de référence à la première recherche. Un nœud est placé tous les mètres sur la ligne de raccordement. Le plongeur garde la ligne de raccordement tendue. Il effectue des cercles en tendant la ligne de raccordement et en se déplaçant vers l'extérieur. Après chaque passage, au même endroit, le plongeur se déplace vers l'extérieur jusqu'à arriver au bout de la ligne. Ensuite, le point central est déplacé pour poursuivre la recherche.



REMARQUE : ATTENTION AU SURACCIDENT. Certaines techniques de recherche sont dangereuses et ne sont à mettre en œuvre que par des plongeurs expérimentés, formés et préparés à ce type d'intervention. La recherche d'un plongeur manquant, même si elle est urgente, ne doit donc pas s'improviser.

8.15 LA PLONGÉE SUR ÉPAVE

Il n'y a rien de comparable à la sensation de plonger pour la première fois sur une épave. Lors de la descente dans le bleu, en regardant vers le fond en essayant de découvrir l'objectif qui est l'épave, une forme floue apparaît. Poursuivant la descente, les formes de l'épave surgissent.



© S. Godin

8.15.1 POUR QUI ?

La plongée sur épave est accessible à tous les plongeurs en fonction de leurs prérogatives de brevet pour la profondeur mais surtout de leur expérience. Les premières épaves doivent de préférence être visitées en palanquée de plongeurs expérimentés.

8.15.2 QU'ENTEND-ON PAR ÉPAVE ?

Le terme épave regroupe de manière générale tout objet perdu par leur propriétaire ou intentionnellement abandonné en mer (ou dans n'importe quel plan d'eau) par son propriétaire. Parfois les épaves ont été disposées sur le fond volontairement dans le but de créer un abri pour la faune et la flore.

Les épaves se caractérisent notamment :

- ◆ Par leur âge : antique, moderne.
- ◆ Par leur matière : bois, fer, béton, etc.
- ◆ Par leur forme.
- ◆ Par la taille.
- ◆ Par leur accessibilité : courant, profondeur, etc.

8.15.3 POURQUOI LA PLONGÉE SUR ÉPAVE ?

- ◆ Intérêt historique.
- ◆ Intérêt archéologique.
- ◆ Sensation (aspect mystique).
- ◆ Une autre faune et flore.
- ◆ Volonté de découverte de nouveaux espaces.

8.15.4 DANGERS DE LA PLONGÉE SUR ÉPAVE ?

- ◆ Coupures sur la tôle rouillée ou déchirée.
- ◆ Rester accroché.
- ◆ Présence de filets, cordages, fils de pêche, etc.
- ◆ Perte de la sortie en cas de pénétration.
- ◆ Orientation (pas de boussole efficace).
- ◆ Courant.
- ◆ Profondeur.
- ◆ Décompression.



© S. Godin

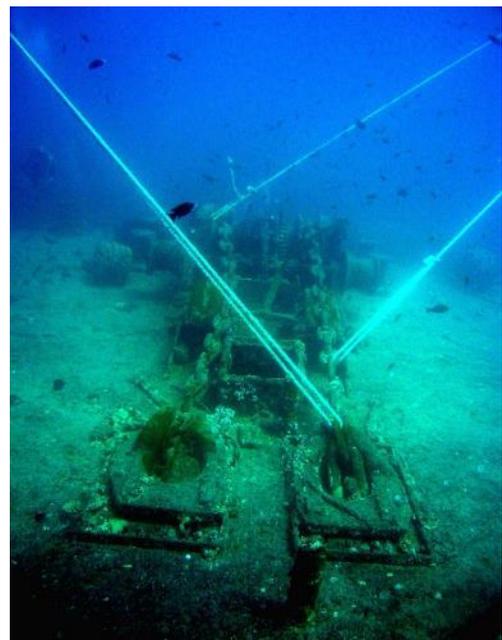
8.15.5 LE BALISAGE DE L'ÉPAVE

Le balisage est léger, c'est-à-dire équipé d'un bout avec une bouée d'un côté et un gros plomb (1-2 kg) de l'autre. Ce bout est généralement plus long que la profondeur du site. Comme cette bouée risque d'être emportée par le courant de surface, ce balisage est utilisé prioritairement en l'absence de courant. La descente s'effectue sans toucher le bout du balisage et donc en ne se déhalant pas. Le balisage léger sert de repère visuel.

En présence de courant, il faut privilégier un balisage lourd. La « gueuse » a un poids plus lourd (10 kg) afin que sa descente ne soit pas trop influencée par le courant. La bouée de surface est plus grosse (en rapport avec le poids de la gueuse). Le bout plus gros pourra même être attaché sur l'épave. Sur ce système, le plongeur peut se déhaler pour descendre.

Le positionnement précis de la balise sur une épave est un « art ». Il demande beaucoup de précision et d'expérience.

Il est important pour permettre aux plongeurs d'entamer une plongée dans les meilleures conditions.



© S. Godin

8.16 CONDUITE À TENIR FACE AUX PANNES LES PLUS FRÉQUENTES.

Rarement complète et trop peu souvent adaptée aux circonstances spécifiques de la plongée envisagée, la liste des choses qui pourraient mal se passer doit être réévaluée et complétée en fonction de l'expérience et des circonstances.

Note : Le **risque** est une exposition à un danger potentiel, inhérent à une situation ou une activité, mais c'est avant tout la probabilité qu'un événement quelconque survienne. Le risque d'une plongée peut être d'avoir un accident de décompression (d'où le lien avec la notion de danger et l'impact pour l'intégrité physique des plongeurs) mais il peut tout aussi bien être de rater le site de plongée suite à une mauvaise orientation.

Lorsque l'on parle de pannes, on pense prioritairement à celles de l'équipement :

- ◆ **Mauvais fonctionnement** (ex. : détendeur non ou mal entretenu, défectueux, peu performant).
- ◆ **Mauvaise utilisation** (ex. : lestage inadéquat).
- ◆ **Panne ou perte de l'équipement** (ex. : perte du parachute ne permettant pas de se signaler aux paliers).
- ◆ **Manque de gaz** (ex. : mauvaise planification des besoins en air).

Il est donc important de **préparer une solution, au cas où**. Il faut se fixer un certain degré de matérialité (du risque et de ses conséquences). En effet, l'impact d'une sangle de palme qui casse sur le bateau n'est pas le même que celui d'un plongeur essoufflé qui n'arrive pas à maîtriser sa respiration en profondeur.

Pour identifier les problèmes potentiels, il faut se poser la question « **Et si... ?** ». Cette technique permet aussi d'envisager des situations auxquelles on n'aurait pas pensé. Par exemple, on peut se poser la question « Et si l'inflateur de mon gilet reste bloqué en position de gonflage, que dois-je faire ? »

Lorsqu'un problème se présente, on n'a pas toujours la possibilité ou la capacité d'élaborer sur le pouce une solution appropriée et d'agir avec sang-froid, surtout en immersion. Les incidents rencontrés en plongée risquent de cumuler généralement plusieurs difficultés (stress, panne, désorientation, etc.). Ils peuvent s'aggraver lorsque la situation est mal appréciée ou lorsque la réaction est inappropriée. Dès lors, si on ne peut l'éviter, il faut **envisager des solutions** et y être entraîné avant de plonger (« **Et si... ?** »).

8.16.1 QUELLES CARACTÉRISTIQUES DOIVENT AVOIR NOS SOLUTIONS ?

Nos solutions doivent être **connues de tous** (ne pas hésiter à avoir recours à des « Check Lists » ou d'autres moyens mnémotechniques) et communiquées **avant la mise à l'eau**, de préférence au calme où il est possible de se concentrer.

PANNE D'AIR :

En cas de panne d'air, la procédure reste en premier lieu l'assistance à la victime, comme convenu durant le briefing, par délivrance d'un détendeur principal ou de secours. Il est de coutume de délivrer du gaz respirable via le détendeur principal, ceci garantissant de donner du gaz respirable via un détendeur qui fonctionne, ainsi que la rapidité à assister la victime (le détendeur étant en bouche, son accès est des plus rapides). Le plongeur aidant a ensuite le temps de passer sur le détendeur secondaire.



Il faut bien entendu disposer ce dernier de telle sorte que l'on puisse l'atteindre rapidement et efficacement (comme par exemple maintenu avec un caoutchouc autour du cou).

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

GIVRAGE :

Plusieurs facteurs interviennent dans le mécanisme du givrage du détendeur :

- ◆ Détente de l'air.
- ◆ Humidité de l'air.
- ◆ Débits d'air.
- ◆ Température de l'eau.
- ◆ Profondeur (augmentation du froid et augmentation de la demande d'air).

Pour rappel, le protocole doit être connu des plongeurs de la palanquée, rappelé dans la planification (briefing). Dès le début du processus du givrage, le plongeur « en difficulté » doit immédiatement réagir. Le protocole d'intervention a été décrit ci-avant du présent syllabus.

La présence de deux robinetteries avec deux détendeurs distincts dans l'équipement du plongeur se justifie ici pleinement.

Une solution « préventive » pourrait être : le clapet antigivre.

Il s'agit d'un accessoire composé de 2 pièces :

- ◆ Un clapet ayant une fonction de va-et-vient (ouverture-fermeture) à placer entre le flexible et le 2^{ème} étage.
- ◆ Une vanne de surpression à placer sur une des sorties MP du 1^{er} étage (obligatoire).

Les 2 pièces sont indissociables sous peine d'éclatement du flexible en cas de givrage.

En cas de givrage, la fermeture du clapet permet de maîtriser le débit constant.

Attention de bien expliquer le mécanisme de fonctionnement aux autres membres de la palanquée et de garder pendant la plongée le clapet en position « ouverte » pour éviter, en cas de demande expresse, la mauvaise surprise de respirer sur un détendeur fermé.

8.16.2 QUELLES CAUSES PEUVENT GÉNÉRER UN GIVRAGE DE DÉTendeur ?

L'alliée du givrage est la présence d'humidité dans l'air des bouteilles.

Cette humidité peut se retrouver dans la bouteille suite à un gonflage avec un compresseur n'ayant pas de filtre adéquat ou en mauvais état.

Les clubs qui possèdent un compresseur mis à disposition de leurs membres doivent veiller à cette problématique, des dispositifs de contrôle permettant de vérifier la qualité de l'air existent sur le marché.

Le rangement des détendeurs dans un milieu froid et humide (cave, garage non chauffé, abri de jardin, etc.), la fermeture du 1^{er} étage par le bouchon d'étanchéité en ajoutant au passage l'éventuel manque d'entretien peuvent accentuer le phénomène.

8.16.3 COMMENT PROCÉDER POUR AGIR AU MIEUX ?

Le plongeur veille donc à ce que ses détendeurs soient en parfait état et se renseigne sur la qualité de l'air issu du compresseur afin que l'air dans sa bouteille soit le plus sec possible.

Dans la configuration de ses détendeurs, le plongeur veille à ce que l'alimentation en air du gilet et de la combinaison étanche ne soient pas placés sur le même premier étage que le détendeur sur lequel il respire habituellement.

Il est également conseillé tant que faire se peut de permuter les détendeurs à intervalle régulier.

Des codes couleurs peuvent également être utilisés afin de différencier les deux détendeurs.

Le plongeur veille à prendre les précautions supplémentaires pour éviter un givrage :

1. Pendant l'équipement, au moment de la mise en pression du détendeur :
 - ✓ Ouvrir lentement la bouteille.
 - ✓ Eviter de faire fuser le détendeur.
2. Au briefing :
 - ✓ Les plongeurs veillent à vérifier en détail l'ensemble du matériel des membres de la palanquée.
 - ✓ Le chef de palanquée en accord avec tous les membres met une procédure en place avec au besoin une répétition des gestes en surface afin que tous comprennent.
 - ✓ Cette procédure tient compte des spécificités du matériel de chacun (2 détendeurs séparés ou Octopus, agencement des différents flexibles sur les 1ers étages).
3. A la mise à l'eau :
 - ✓ Réduire au minimum le travail du 1er étage en évitant par exemple d'utiliser l'inflateur du gilet au moment de la mise à l'eau en privilégiant le gonflage à la bouche.
 - ✓ Dans l'eau, il est recommandé d'attendre quelques instants en surface, détendeurs immergés avant d'entamer la descente.
 - ✓ Sous l'eau, les moniteurs doivent prendre conscience des risques accrus de givrage durant les exercices verticaux (usage plus important des gilets, efforts respiratoires plus importants).
 - ✓ L'accès aux profondeurs importantes devra être mûrement réfléchi (un givrage à 40 m pourrait être plus difficilement gérable qu'un givrage à 15 m avec d'autres conséquences).



© S. Godin

8.16.4 PANNE D'ORDINATEUR

Chaque plongeur, à partir du 2 étoiles, doit avoir pour lui-même un moyen de décompression de rechange (« Back Up »). Ce moyen de décompression de secours est toute procédure ou moyen susceptible d'être appliqué à tout moment en cours de plongée suite à une défaillance du moyen de décompression primaire. Ce moyen doit être apte à ramener le plongeur en sécurité à la surface.

Ce moyen de décompression de secours peut être notamment :

- ◆ Les Tables (au choix) associées à un profondimètre et un chronomètre ou autre appareil donnant ces informations.
- ◆ Un ordinateur, représentant correctement l'état de saturation du plongeur.
- ◆ Une plaquette sur laquelle on a recopié la planification d'un ordinateur utilisé comme moyen de décompression primaire associé à un profondimètre et un chronomètre, ou autre appareil donnant ces informations.
- ◆ Le moyen de décompression primaire d'un compagnon s'il représente correctement l'état de saturation du plongeur considéré.

Le choix du moyen de décompression de secours dépendra notamment du type de plongée envisagée. Il faut s'assurer avant de s'immerger qu'il garantit d'apporter une solution de secours. Il ne faut jamais se mettre délibérément dans une situation de gestion de crise sous l'eau.

La gestion de la décompression à l'ordinateur fait l'objet d'un document disponible sur le site Internet de la Lifras. La gestion de la plongée à l'ordinateur, basée sur ce document, ne fait pas l'objet d'un chapitre dédié mais sera abordée lors de la formation du plongeur 3 étoiles.



© S. Godin

8.16.5 PERTE DE COMPAGNON

La procédure en cas de perte de compagnon doit être rappelée avant chaque plongée. Bien qu'elle puisse être adaptée dans certains cas, elle garde un tronc commun pour la plupart d'entre elles. Ce chapitre spécifique complète le chapitre relatif au « BRIEFING ».

Rappel :

Si la palanquée se trouve scindée ou simplement si un membre manque à l'appel en plongée, la première consigne consiste à regarder autour de soi, en éclairant face à soi avec la lampe. Lors d'une plongée à visibilité réduite, nous observerons d'une manière plus précise et plus attentive dans la direction où on a vu le(s) plongeur(s) manquant(s) la dernière fois. Cette recherche ne doit pas dépasser 30 secondes. Elle peut être écourtée en fonction de la profondeur et de l'état de la réserve en air.

Sans résultat, le CP (ou celui qui fait fonction) rassemble les membres restants de la palanquée et entame une remontée vers un lieu de rendez-vous prédéfini ou jusqu'en surface à la vitesse prescrite par le moyen de décompression utilisé. Le plongeur effectue les paliers obligatoires uniquement.

De retour en surface, il informe la sécurité.

Lors de la description du profil, il est utile de signaler un lieu de rendez-vous en cas de perte de compagnon. S'il s'agit d'une plongée profonde sur une épave, se donner rendez-vous en cas de perte sur la partie la plus haute de l'épave, à l'endroit où l'on a une vue sur l'ensemble du site peut parfois éviter d'arrêter la plongée et de rejoindre la surface. Qui plus est, en cas de courant, une remontée dans le bleu vers la surface ne permet pas un regroupement de la palanquée. Ce rendez-vous doit tenir compte, dans la plupart des cas, des courants éventuels, de la dimension de l'épave, de la profondeur, de la visibilité, etc.

8.17 LE PALIER DE SÉCURITÉ

Le palier dit de sécurité s'appelait auparavant palier de défatigation.

Il est important de ne pas se méprendre sur ledit palier de sécurité. En effet, bien qu'améliorant la décompression, il ne met pas le plongeur à l'abri d'un accident de décompression.

8.17.1 COMMENT JUSTIFIER CE PALIER ?

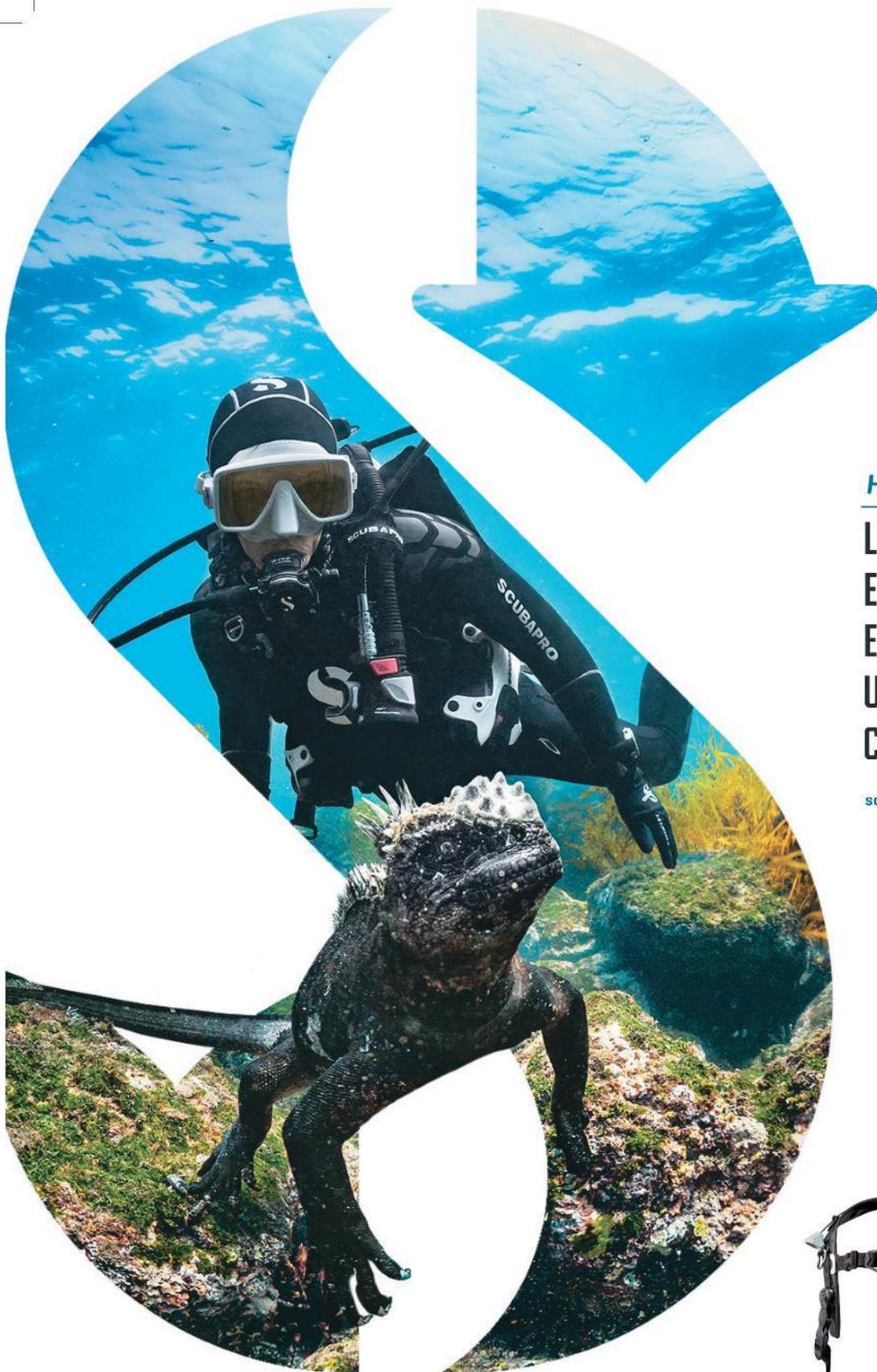
Dans le cas où il n'y a pas de palier obligatoire, c'est-à-dire lorsque l'on plonge dans la courbe de non palier (No Deco selon les anglophones), il est recommandé d'effectuer un palier de sécurité à 5 mètres durant 5 minutes.

Il permet à l'organisme d'éliminer une partie de l'azote emmagasiné et de se mettre donc du côté sécurité.

Ce palier est conseillé pour le bien du plongeur. Il doit dès lors être pratiqué dans de bonnes conditions et est évité en cas de courant, en cas de perte de compagnon, de fatigue ou de sensation de froid d'un plongeur. De manière générale, si le confort du plongeur n'est pas garanti. Dans le cas d'une plongée à décompression obligatoire, le palier de sécurité se fait à la profondeur du dernier palier en prolongeant ce dernier palier.



© S. Godin



HYDROS PRO

**LE PREMIER GILET
ENVELOPPANT
ERGONOMIQUE POUR
UN MAXIMUM DE
CONFORT**

scubapro.eu



**HYDROS
PRO**



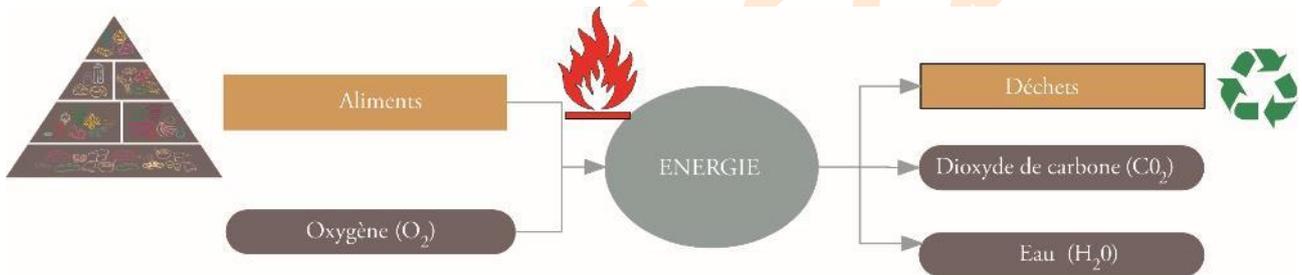
SCUBAPRO®
DEEP DOWN YOU WANT THE BEST.™

9. ANATOMIE DU CORPS HUMAIN

L'objectif des chapitres suivants est de donner un bagage de connaissances suffisant pour la prévention et la survenance d'accidents.

- ◆ La bonne connaissance de la physiologie est essentielle pour un plongeur 3 étoiles. Cela doit lui permettre de mieux appréhender les mécanismes des accidents de plongée. Leur bonne connaissance est un excellent facteur de prévention.
- ◆ Nous respirons de l'air sous pression lorsque nous sommes en plongée. La plongée génère des modifications physiologiques. Au niveau du plongeur 3 étoiles, nous nous attacherons à décrire les organes et systèmes les plus perturbés par l'augmentation de la pression des gaz respirés.
- ◆ La bonne connaissance des gestes de réanimation ou gestes qui sauvent est utile, qui plus est lorsque nous côtoyons des milieux sportifs.

9.1 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.

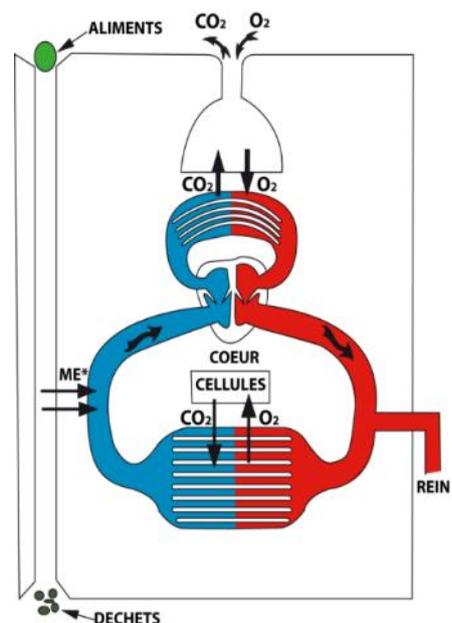
Les combustibles (sucres, graisses et protéines) arrivent dans le sang via le système digestif et sont distribués dans le corps. L'oxygène est véhiculé par la même circulation sanguine aux muscles et organes.

Par ailleurs, notre corps fonctionne à une température optimale de 36-37°C. L'énergie nécessaire pour la maintenir provient également du métabolisme.

Les déchets produits, principalement le CO₂ et l'eau, 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.



ME = métabolites énergétiques

9.2 LA RESPIRATION

L'air que nous respirons contient approximativement (approximation suffisante pour la compréhension du cours) :

- ◆ 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 autres 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 gazeux air/sang se produisent au niveau de la paroi de l'alvéole pulmonaire uniquement. Le sang absorbe l'oxygène et l'azote et les transporte dans tout l'organisme. Il libère le gaz carbonique et l'azote qui s'évacuent dans l'air expiré.

Le système respiratoire est divisé en plusieurs parties d'égale importance :

- ◆ Les voies respiratoires supérieures.
- ◆ Les voies respiratoires inférieures.
- ◆ Les poumons.

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.

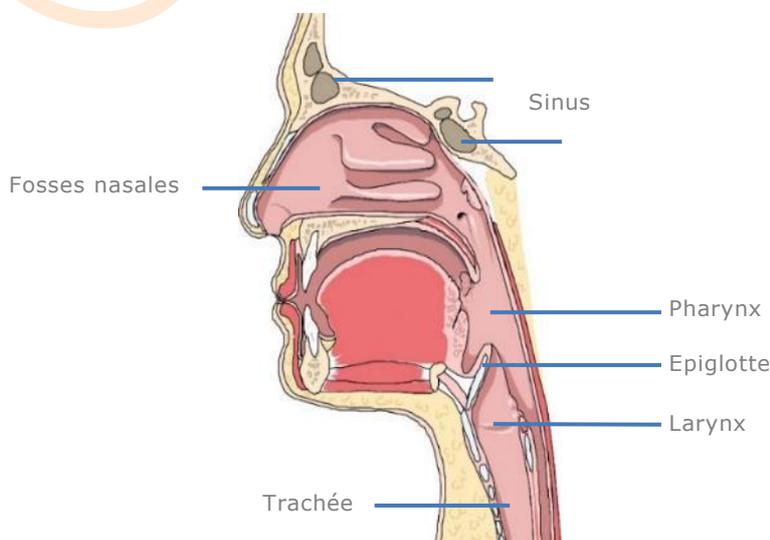
La respiration par la bouche est plus aisée (moins de frottement) et, en cas d'essoufflement, nous respirons automatiquement par la bouche.

Avec un détendeur, nous respirons toujours par la bouche... Heureusement, l'air comprimé est toujours bien filtré. Par contre, l'air comprimé est déshydraté et sous l'eau nous respirons toujours 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**, essentiellement frontaux et maxillaires (mais aussi ethmoïdaux et sphénoïdaux) 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.



Les voies respiratoires supérieures sont un espace mort, au même titre que le tuba et le détendeur. Il n'y a là aucun échange gazeux. Cet espace ne participe pas à l'oxygénation du sang. Lorsque la respiration est superficielle, il y a un risque d'absence de renouvellement de l'air de l'espace mort. La respiration devient inefficace.

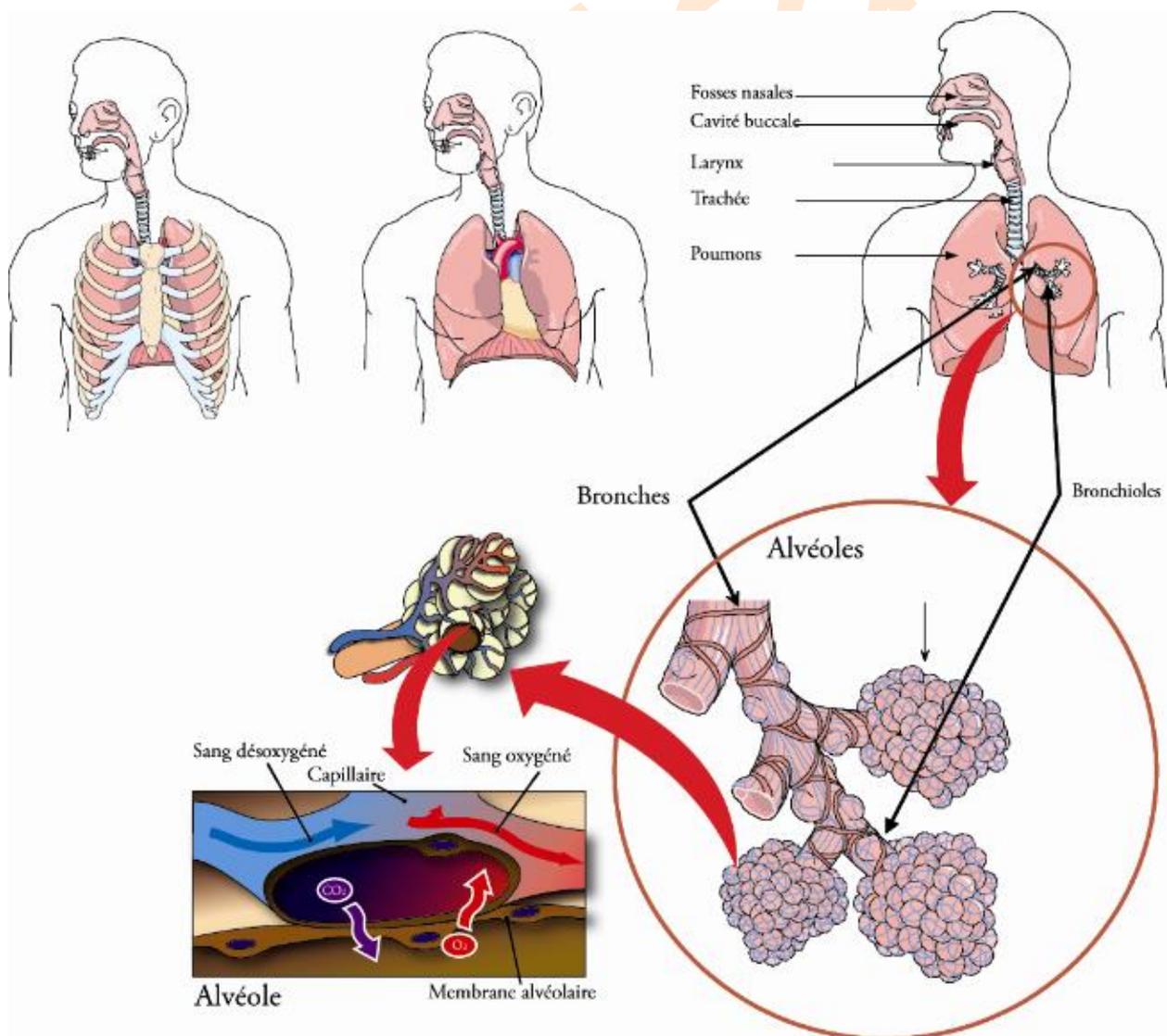
Nous possédons deux poumons : un droit divisé en trois lobes et un gauche divisé en deux. Chaque poumon est enveloppé d'un sac pleural, la **plèvre**, constituée de deux feuillets : viscéral (entoure le poumon) et pariétal (côté cage thoracique). Entre ces deux feuillets, l'espace pleural très mince contient un peu liquide. La pression y est inférieure à la pression ambiante.

Le vide pleural maintient la paroi thoracique solidaire du poumon. Celui-ci suit le mouvement de cette cage.

La **trachée** se divise en deux **bronches**, une pour chaque poumon. Les bronches se ramifient en **bronchioles**. Les divisions ultimes des bronchioles aboutissent aux **alvéoles pulmonaires**. Ces minuscules sacs sont en contact intime avec les capillaires sanguins.

Les alvéoles sont maintenues ouvertes grâce au **surfactant**, substance tensioactive.

Les échanges gazeux se font au travers de la **membrane alvéolo-capillaire** en fonction de la différence de pression des gaz de chaque côté de cette membrane. L'échange d'oxygène et de dioxyde de carbone s'effectue par diffusion.



L'inspiration est un mouvement actif mettant en jeu les muscles respiratoires. Le plus important de ces muscles est le diaphragme. Les muscles respiratoires sont peu puissants. Il est indispensable que l'air respiré soit quasiment à la même pression que le milieu ambiant, sinon il serait impossible de l'inhaler.

Le diaphragme se contracte et descend. Simultanément, le volume de la cage thoracique augmente encore sous l'effet des autres muscles respiratoires, ce qui entraîne une aspiration d'air dans les poumons.

L'expiration est un mouvement passif lié au relâchement des muscles de la respiration et à l'élasticité naturelle du thorax. Le diaphragme se relâche de même que les autres muscles respiratoires réduisant ainsi le volume thoracique. La pression augmente dans le thorax et l'air quitte les poumons.

Le **médiastin** est un espace situé dans le thorax entre les deux poumons. Il contient le cœur et les gros vaisseaux (aorte, artères pulmonaires, veines caves), la trachée, les bronches souches et l'œsophage.

La régulation de la respiration est un système complexe. Elle est gérée par le **centre respiratoire** qui se situe dans le bulbe rachidien (une partie du cerveau). Les neurones de cette zone activent le diaphragme et les autres muscles respiratoires. Cette activation s'effectue sans aucune intervention consciente de notre part.

Au **repos**, ce centre respiratoire est surtout stimulé par le taux de CO₂ du sang (plus précisément, par le degré d'acidité qui est lié au taux de CO₂). Après chaque inspiration, le corps consomme l'oxygène absorbé. Simultanément, la quantité de CO₂ produite augmente, jusqu'au dépassement du seuil de stimulation du centre respiratoire. Celui-ci réagit en envoyant un signal aux muscles respiratoires qui augmentent le volume du thorax et provoquent une inspiration. Durant l'expiration qui suit, la quantité excédentaire de CO₂ est évacuée vers l'extérieur.

Au niveau des carotides et de la crosse aortique se trouvent des **chémorécepteurs**, sensibles aux baisses de Pp d'O₂ du sang artériel. Ces chémorécepteurs jouent un rôle dans la régulation de la respiration, surtout au repos. Le taux d'oxygène et surtout de CO₂ dans le sang est ainsi maintenu dans des limites très serrées.

Lors d'un **effort**, le centre respiratoire réagit en augmentant l'amplitude et le rythme de la respiration. En effet, il faut à ce moment plus d'oxygène. Cependant, le métabolisme produit simultanément aussi plus de CO₂.

La régulation de la respiration lors d'un effort est essentiellement assurée par le taux de CO₂ dans le sang.

9.3 LA CIRCULATION

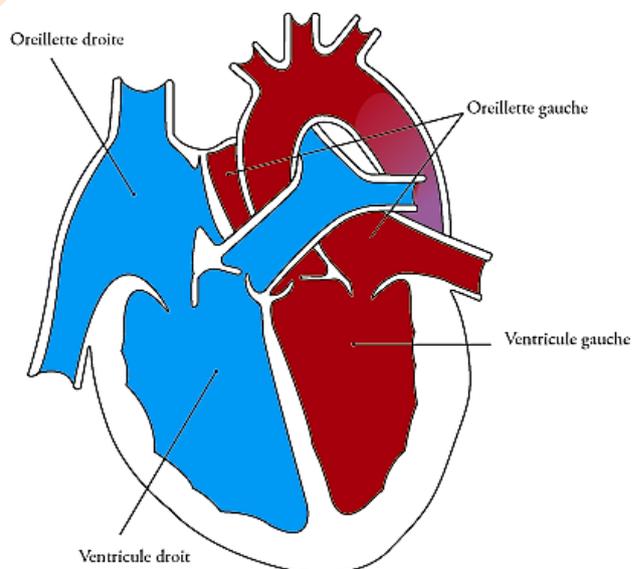
L'appareil circulatoire est un circuit fermé constitué :

- ◆ D'une pompe : le cœur.
- ◆ De tuyaux : les vaisseaux.
 - ✓ artères (partent du cœur).
 - ✓ veines (reviennent au cœur).
 - ✓ capillaires.
- ◆ D'un fluide transport : le sang.

La circulation est divisée en deux :

- ◆ La petite circulation (pulmonaire).
- ◆ La grande circulation (systémique).

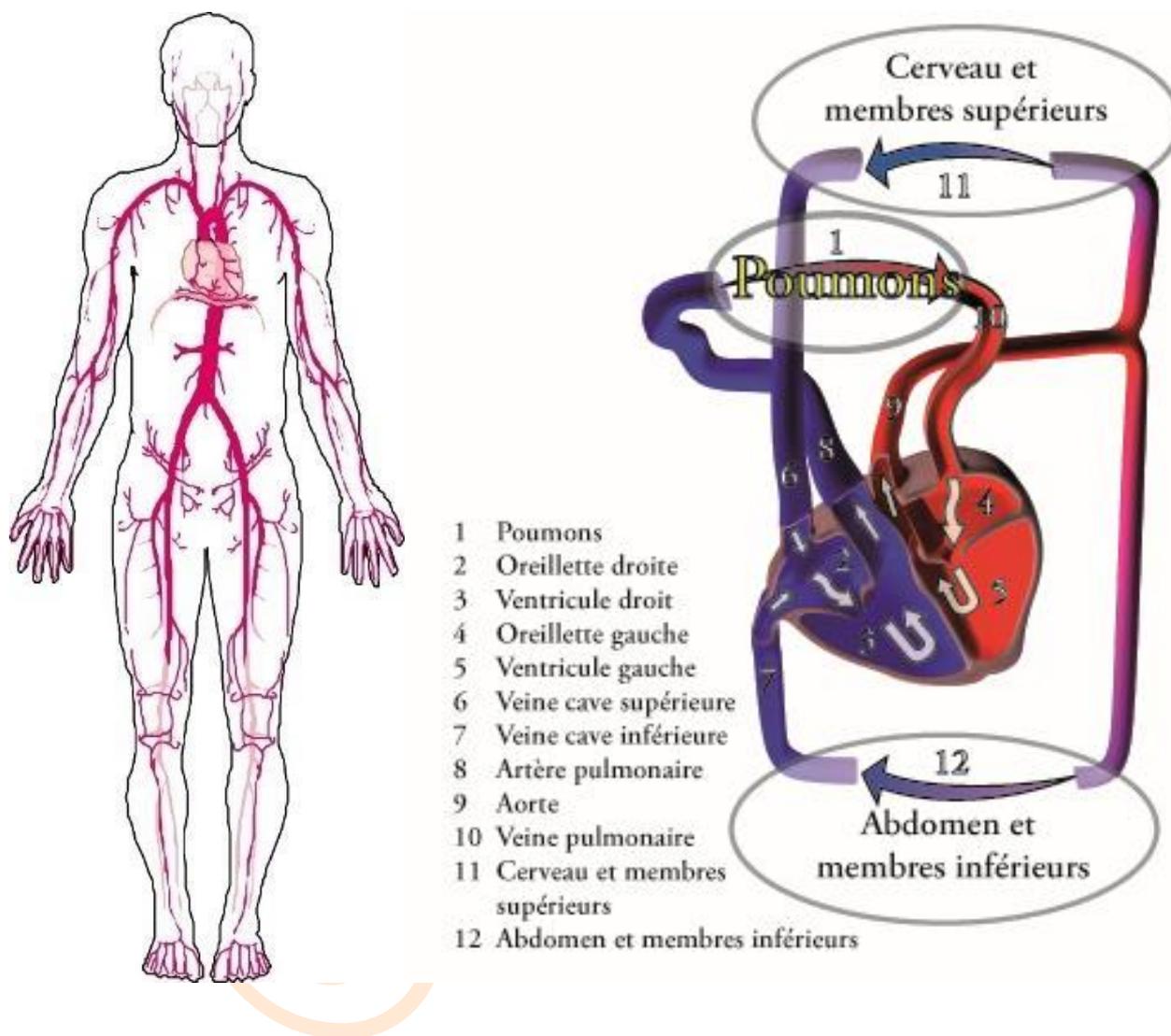
Le cœur est un muscle (le myocarde) qui fonctionne comme une pompe. Cette pompe propulse un fluide, le sang, qui a pour fonction, notamment, de véhiculer les substances indispensables au métabolisme mais aussi les substances à éliminer (résidus de métabolisme) et les toxines. Tout cela s'effectue via les poumons, le foie, les reins, etc.



Le cœur est divisé :

- ◆ Droit (recevant le sang chargé en dioxyde de carbone).
- ◆ Gauche (recevant le sang chargé en oxygène venant des poumons).
- ◆ Quatre cavités (oreillettes et ventricules droits et gauches).

La circulation sanguine assure le transport à travers tout le corps.



Le muscle cardiaque (myocarde) se contracte et chasse le sang des ventricules vers les artères. Le cœur se relâche ensuite et se remplit passivement.

Le sang revient au cœur par les veines caves, une supérieure et une inférieure. Il est collecté au niveau de l'oreillette droite, passe dans le ventricule droit. Ce ventricule propulse le sang dans la circulation pulmonaire (Petite circulation) par les artères pulmonaires.

Le sang revient des poumons par les veines pulmonaires vers l'oreillette gauche. Il passe dans le ventricule gauche d'où il est éjecté sous pression dans tout l'organisme via l'aorte et la grande circulation.

Les artères se divisent progressivement pour former le réseau capillaire, lieu des échanges.

Le sang est repris par les capillaires veineux et collecté par les veines de plus en plus grosses vers les veines caves.

Composition du sang :

- ◆ Globules rouges.
- ◆ Globules blancs.
- ◆ Plaquettes.
- ◆ Plasma sanguin.

GLOBULES ROUGES :

Ils contiennent l'hémoglobine qui fixe l'oxygène et le transporte. L'hémoglobine sert également mais très partiellement au transport du gaz carbonique.

GLOBULES BLANCS :

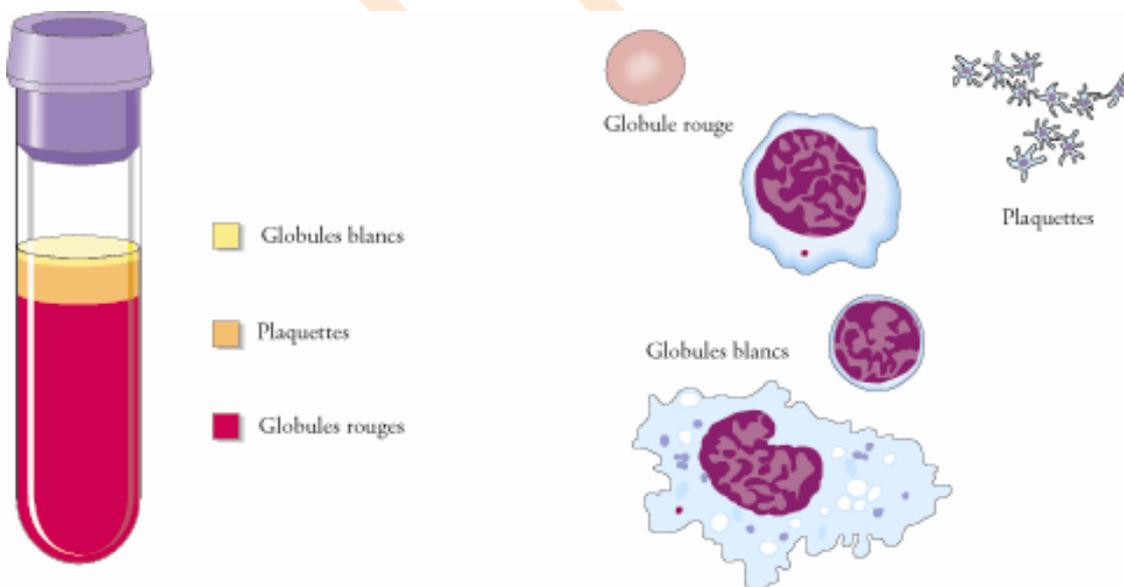
Véritables soldats de notre organisme, ils assurent notamment la défense contre des corps étrangers tels que les bactéries et les virus.

PLAQUETTES :

Elles interviennent dans la coagulation du sang.

LE PLASMA :

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



9.4 L'OREILLE

L'oreille est divisée en trois parties :

1. L'oreille externe.
2. L'oreille moyenne.
3. L'oreille interne.

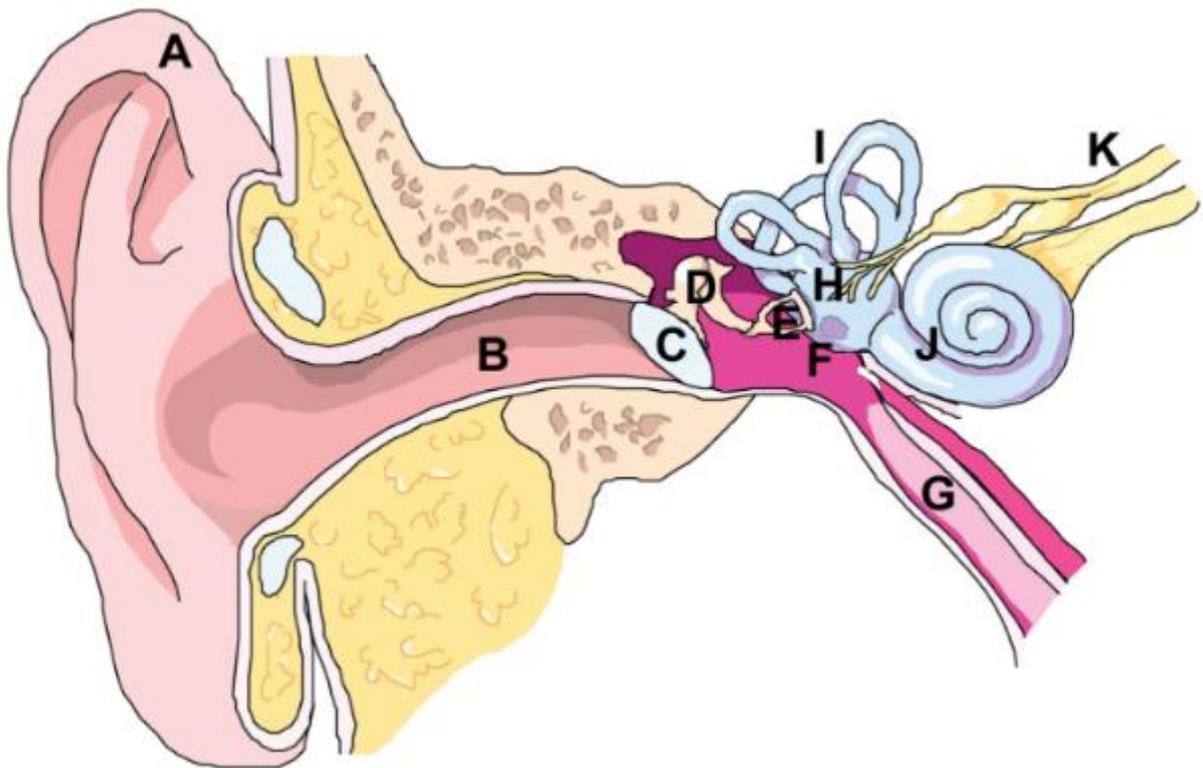
L'oreille externe se compose du pavillon, du conduit auditif externe et de la face externe du tympan. Le tympan est une fine membrane vibrant sous l'impulsion des ondes sonores.

L'oreille moyenne se compose de la face interne du tympan et de la caisse du tympan. Cette cavité aérienne contient une chaîne d'osselets (marteau, enclume, étrier). La caisse du tympan est en communication avec les fosses nasales par la trompe d'Eustache, donc en communication avec la pression ambiante.

L'oreille interne se situe derrière l'oreille moyenne et baigne dans un liquide appelé lymphe. On trouve dans l'oreille interne l'organe de l'audition et l'organe de l'équilibre.

L'oreille externe capte les ondes sonores qui font vibrer le tympan. Ces vibrations font à leur tour vibrer la chaîne des osselets, elle-même reliée à l'oreille interne. Là, les vibrations sont transformées en impulsions nerveuses transmises au cerveau par le nerf auditif. Le cerveau décode ces impulsions en sons.

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



© Lifras

10. LES ACCIDENTS DE PLONGÉE

Le plongeur 3 étoiles doit disposer des connaissances minimum des principes et des mécanismes des accidents. De la sorte, il peut mieux prévenir leur survenance.

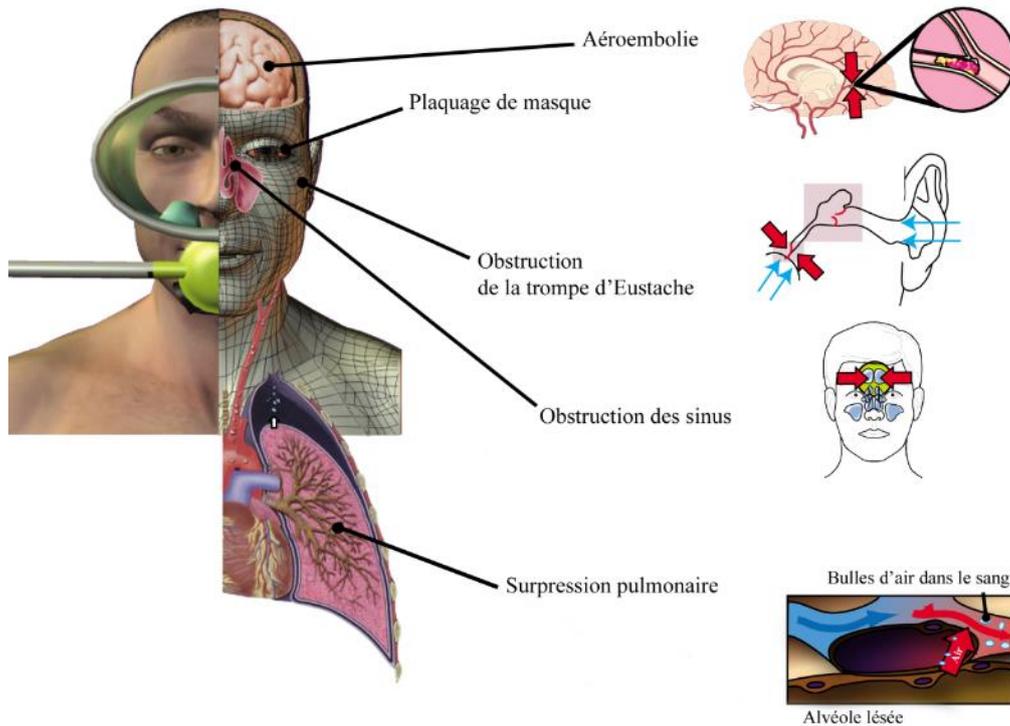
Chaque plongeur, peu importe son niveau, doit pouvoir reconnaître ou suspecter un accident et prendre en charge un plongeur accidenté en attendant les secours.

LA MÉCONNAISSANCE DE L'ACCIDENT PEUT CONDUIRE AU DRAME.

10.1 LES DIFFERENTS ACCIDENTS

- ◆ Les accidents mécaniques = barotraumatismes (notamment la surpression pulmonaire).
- ◆ L'accident biophysique = maladie de décompression/accident de décompression.
- ◆ Les accidents biochimiques ou toxiques :
 - ✓ Azote → narcose à l'azote.
 - ✓ Oxygène → hyperoxie.
 - ✓ Gaz carbonique → essoufflement.
 - ✓ Monoxyde de carbone.
- ◆ Les accidents dus au milieu :
 - ✓ L'hydrocution.
 - ✓ La noyade.
 - ✓ Accident dû au froid = hypothermie
 - ✓ Accidents dus à la faune.
- ◆ Les accidents de la plongée libre :
 - ✓ La syncope hypoxique.
 - ✓ Le rendez-vous syncopal des 7 m.
 - ✓ L'hyperventilation.
 - ✓ L'hydrocution.
 - ✓ Accident de décompression, barotraumatismes, etc.

10.2 LES ACCIDENTS MECANIQUES OU BAROTRAUMATISMES



10.2.1 INTRODUCTION

Ce type d'accident est le résultat d'une lésion anatomique provoquée par une brusque variation de pression entre la pression ambiante et la pression de l'air dans les cavités corporelles ou artificielles (le masque par exemple).

Notre corps contient diverses cavités gazeuses : poumons, voies respiratoires, oreilles, sinus, estomac et intestins. Ces cavités sont en contact libre ou plus ou moins libre avec l'air respiré.

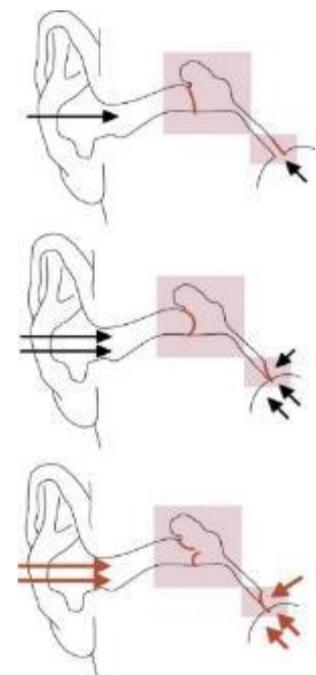
Ces cavités doivent être en équilibre avec l'air respiré aussi bien lors de la descente que lors de la remontée.

Il est donc essentiel de permettre la circulation de cet air.

10.2.2 LES BAROTRAUMATISMES DE L'OREILLE

LE BAROTRAUMATISME DE L'OREILLE MOYENNE

A la descente, l'oreille moyenne doit être équilibrée. La trompe d'Eustache est collabée. Si le plongeur ne maintient pas une équipression, l'effort réalisé sur la face externe du tympan va provoquer une incurvation, une distension vers l'intérieur provoquant une douleur. La distension, si elle n'est pas gérée, peut aller jusqu'à une rupture du tympan avec infiltration d'eau dans l'oreille moyenne et vertiges. Du sang peut même s'écouler par le conduit auditif externe.



- ◆ Les oreilles doivent être équilibrées **au plus vite** lors de la **descente**. Il est important de ne pas attendre une douleur désagréable.
- ◆ Enrhumé, les muqueuses nasales et du pharynx sont gonflées. Il est difficile voire même impossible d'équilibrer. Il est vivement déconseillé de plonger dans ces conditions.
- ◆ Normalement, à la remontée, l'équilibre se réalise sans l'intervention du plongeur sauf en cas de malformation. Une libre circulation de l'air est essentielle.

LE BAROTRAUMATISME DE L'OREILLE INTERNE :

Le barotraumatisme de l'oreille interne est un accident grave qui trouve son origine la plupart du temps dans une manœuvre de compensation brutale et intempestive. Cela s'apparente à un coup de butoir. L'onde de choc vient pousser brutalement sur le tympan qui transmet le choc à la chaîne des osselets. Il y a un coup de piston du dernier osselet (étrier) dans la fenêtre ovale. Ceci provoque une onde de choc et une hyperpression dans la lymphe de l'oreille interne. Ce barotraumatisme entraîne souvent une surdité, parfois des troubles vestibulaires (vertiges)   la sortie de l'eau.

PREVENTION :

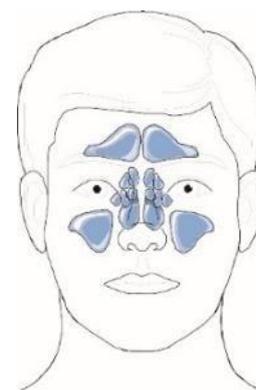
- ◆ Lors de la descente, il y a lieu de faire entrer de l'air respiré dans la caisse du tympan via la trompe d'Eustache.
- ◆ Il est nécessaire de compenser, d'équilibrer la pression. Eviter une manœuvre de Valsalva brutale et préférer si possible une méthode plus douce comme la béance tubaire volontaire ou un mouvement de déglutition. Si la compensation n'est pas possible, il faut remonter et même envisager d'arrêter la plongée.

TRAITEMENT :

Si du sang s'écoule par l'oreille, on couche l'accidenté avec l'oreille lésée vers le haut. **Il ne faut surtout pas faire usage de gouttes auriculaires sans avis médical.** Dans tous les cas, un contrôle médical (O.R.L.) s'impose.

10.2.3 LES BAROTRAUMATISMES DES SINUS

Les sinus sont des cavités aériennes de la face en contact avec le milieu ambiant et l'air respiré par des petits canaux débouchant dans les fosses nasales. Ils s'équilibrent sans l'intervention du plongeur tant à la descente qu'à la remontée. Cet équilibre peut être empêché par une inflammation des muqueuses, une infection ou un bouchon muqueux. Le plongeur ressentira une vive douleur. Il lui faudra arrêter immédiatement la plongée si on est en descente. A la remontée, il faudra ralentir pour permettre un équilibre spontané.



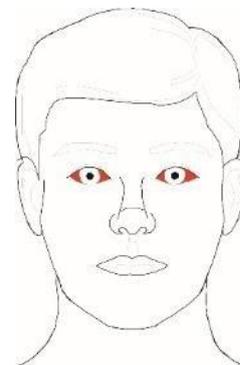
PAS DE VALSALVA A LA REMONTEE

PREVENTION :

- ◆ Ne pas plonger enrhumé ou en cas d'infection des voies respiratoires supérieures ou des sinus.
- ◆ Stopper la plongée dès la première g ne.

10.2.4 LE PLACAGE DU MASQUE

Le masque n'est pas une cavité naturelle, mais il s'agit d'un espace aérique qui va subir les lois de la pression. Le masque va s'écraser sur le visage et faire ventouse jusqu'à créer des lésions oculaires (petites hémorragies et hématomes).



PREVENTION :

- ◆ Il suffit d'expirer dans le masque par le nez.

10.2.5 LE BAROTRAUMATISME DES DENTS

Les dents saines ne comprennent pas de cavité aérique. Des cavités apparaissent dans les dents suite à des caries, des obturations non homogènes ou incomplètes. Seule la prévention peut aider.



PREVENTION :

- ◆ 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.

10.2.6 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, des douleurs abdominales peuvent apparaître à la remontée. Elles sont le fait de la distension des viscères par les gaz qui s'y dilatent, s'ils ne sont pas évacués par les voies naturelles (orales ou anales).

PREVENTION :

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

TRAITEMENT :

- ◆ Redescendre à maximum 6 mètres (ex. 15 min à 3 m). S'il est impossible de redescendre (parce que le plongeur ne le veut pas ou par manque d'air), il convient de surveiller l'évolution des symptômes. L'air s'évacuera spontanément par les voies naturelles. Si les douleurs persistent et s'aggravent après la plongée, il faut consulter un médecin.

10.2.7 LA SURPRESSION PULMONAIRE



IL S'AGIT D'UN ACCIDENT EXTRÊMEMENT GRAVE

MECANISME :

La surpression pulmonaire survient uniquement à la remontée. Le volume gazeux contenu dans les poumons communique avec l'extérieur par les cavités bucco-nasales. Le passage de l'air doit être libre. La glotte doit être largement ouverte.

Si un obstacle survient à cet écoulement, lors de la remontée, le volume d'air augmente dans le poumon en amont de l'obstacle (loi de Boyle et Mariotte).

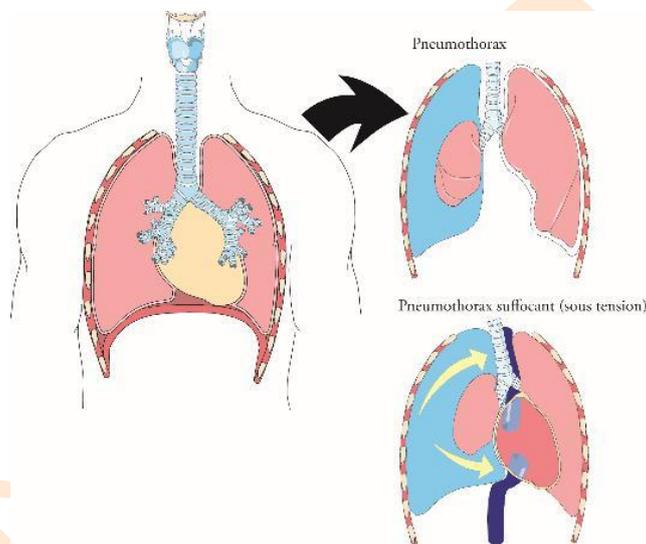
Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Le volume pulmonaire est limité par la cage thoracique. Il y a augmentation de la pression dans cet espace inextensible. Au départ, il y a surdistension de l'alvéole avec une surpression intra-alvéolaire. Si la pression augmente encore, la limite de l'élasticité des alvéoles est dépassée générant une rupture alvéolaire. Cette rupture peut intervenir dans **2 à 3 mètres** d'eau seulement et donc cet accident peut survenir en piscine mais aussi lors d'une mer houleuse au palier ou lors d'un ressac le long d'un tombant, etc.

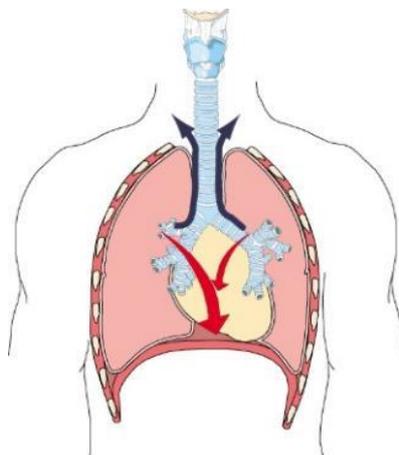
LES CONSEQUENCES :

Les symptômes se manifestent pendant la remontée et au plus tard à la sortie de l'eau.

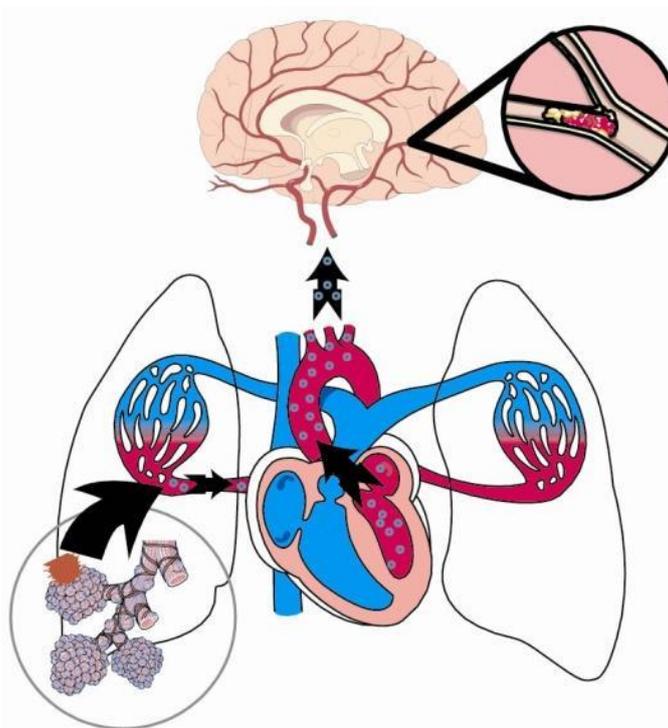
- ◆ La distension des alvéoles provoque des **douleurs thoraciques**. En cas de rupture d'alvéoles, les capillaires se déchirent et du sang envahit celles-ci. La victime présente une **toux** réflexe, avec **expectorations** sanglantes **rosâtres**. Ces diverses situations perturbent les échanges gazeux et rendent la **respiration difficile**.
- ◆ En cas de rupture d'alvéoles accolées à la plèvre viscérale, celles-ci se déchirent et l'air s'engouffre dans le sac pleural. Le vide pleural disparaît et le poumon s'affaisse. C'est le **pneumothorax**. La douleur devient intense, les difficultés respiratoires s'aggravent et peuvent conduire à une détresse respiratoire.



- ◆ En cas de rupture d'alvéoles vers le médiastin, l'air passe dans les espaces qui entourent le cœur, remonte le long des gros vaisseaux et de la trachée vers les espaces sous-cutanés. C'est le **pneumomédiastin**. L'air s'infiltré sous la peau du cou et, si on y pose les doigts, on palpe des crépitations. C'est **l'emphysème sous-cutané**. L'air peut également s'infiltrer dans les espaces autour de la glotte (les cordes vocales) modifiant ainsi le timbre de la voix (voix de polichinelle).

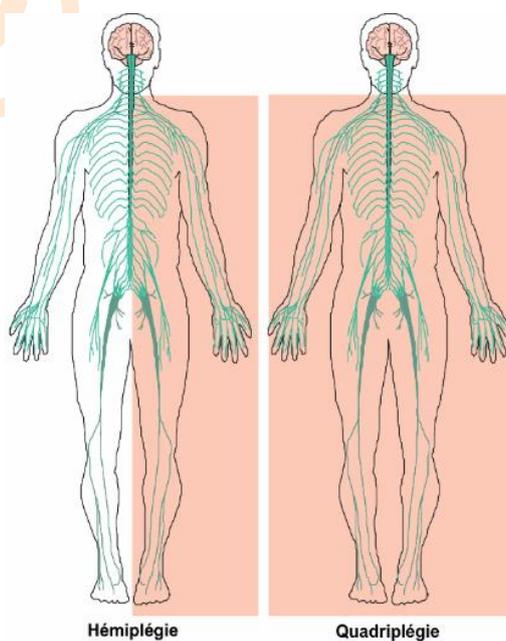


- ♦ En cas de rupture des alvéoles et des capillaires, l'air peut s'engouffrer dans les capillaires puis dans les veines pulmonaires. L'air propulsé par le ventricule gauche est envoyé dans la grande circulation. Il y a **aéroembolisme artériel** dans la circulation terminale de tous les organes. La plupart du temps, l'aéroembolisme se manifeste au niveau de la circulation cérébrale.



Ses manifestations sont diverses, tout est possible :

- ✓ Troubles de la vision, de la parole selon la zone cérébrale atteinte.
- ✓ Troubles de l'état de conscience.
- ✓ Parésie ou paralysie soudaine de la moitié du corps (hémiplégie, inverse de l'hémi-cerveau atteint), des quatre membres (quadriplégie) ou d'une partie d'un membre (Ex. doigts).



Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

- ✓ Convulsions (épilepsie).
- ✓ Fréquentes pertes de connaissance ou pire, coma.
- ✓ Choc.

La surpression pulmonaire peut évoluer vers un état de choc par défaillance cardio-respiratoire. Dans les cas graves, il peut y avoir décès de l'accidenté.

LES CAUSES :

La cause de la surpression pulmonaire est un obstacle à l'expiration.

AVEC blocage de la respiration dû à un obstacle sur les voies respiratoires supérieures :

- ◆ Volontaire : apnée à la remontée, panique, remontée en ballon, gilet gonflé, effort ou remontée sans embout.
- ◆ Involontaire : spasme de la glotte (spasme laryngé), remontée d'un plongeur inconscient sans mettre la tête en extension.
- ◆ Pour être complet : la laryngocèle (hernie anormale entre les cordes vocales).

SANS blocage respiratoire dû à un obstacle bas situé sur l'arbre bronchique.

Ce blocage survient lors de maladies pulmonaires :

- ◆ Aiguës, infectieuses (bronchites).
- ◆ Chroniques (bronchites, emphysème, etc.).
- ◆ Asthme, contre-indication relative à la plongée.
- ◆ Tumeurs bronchiques, polypes, «bronches à clapet», etc.

TRAITEMENT :

Compte tenu des difficultés au niveau des échanges gazeux, il y a lieu de délivrer de **l'oxygène normobare 100% 15 litres/minute**.

En cas d'inconscience de la victime, on place la victime en position latérale de sécurité. Si la victime est consciente et respire normalement, elle est positionnée à plat sur le dos. Si la victime est consciente et respire avec difficultés, elle est placée **en position de confort respiratoire**.

En toutes circonstances, l'**évacuation** de la victime doit être organisée par ambulance médicalisée vers un **centre de réanimation** pour prévenir et traiter le choc. **Appeler le 112.**

PREVENTION :

- ◆ Satisfaire à l'obligation médicale et ne pas plonger lors d'une maladie pulmonaire, avec un rhume, etc.
- ◆ Ne pas bloquer la respiration pendant la plongée, ne pas faire d'apnée lors de la plongée en scaphandre.
- ◆ Expirer à la remontée.
- ◆ Retenir un binôme qui n'expire plus à la remontée, mettre sa tête en extension.
- ◆ Ne pas fumer.

10.3 LES ACCIDENTS BIOPHYSIQUES

10.3.1 L'ACCIDENT (ADD) OU MALADIE DE DÉCOMPRESSION (MDD)

En plongée sportive, le mélange respiré est l'air (oxygène, azote, gaz rares, vapeur d'eau, dioxyde de carbone). L'oxygène est métabolisé en partie. Il est évacué par la respiration sans encombre. L'azote est un gaz inerte, non utilisé, non métabolisé.

L'azote est **la cause** de l'accident de décompression (A.D.D).

Nos poumons permettent les échanges entre le milieu extérieur et le milieu interne en ce qui concerne les gaz grâce à la membrane alvéolo-capillaire. Les gaz dissous sont transportés des poumons aux organes et vice versa par le sang.

Les tissus qui constituent notre organisme ont des compositions chimiques différentes.

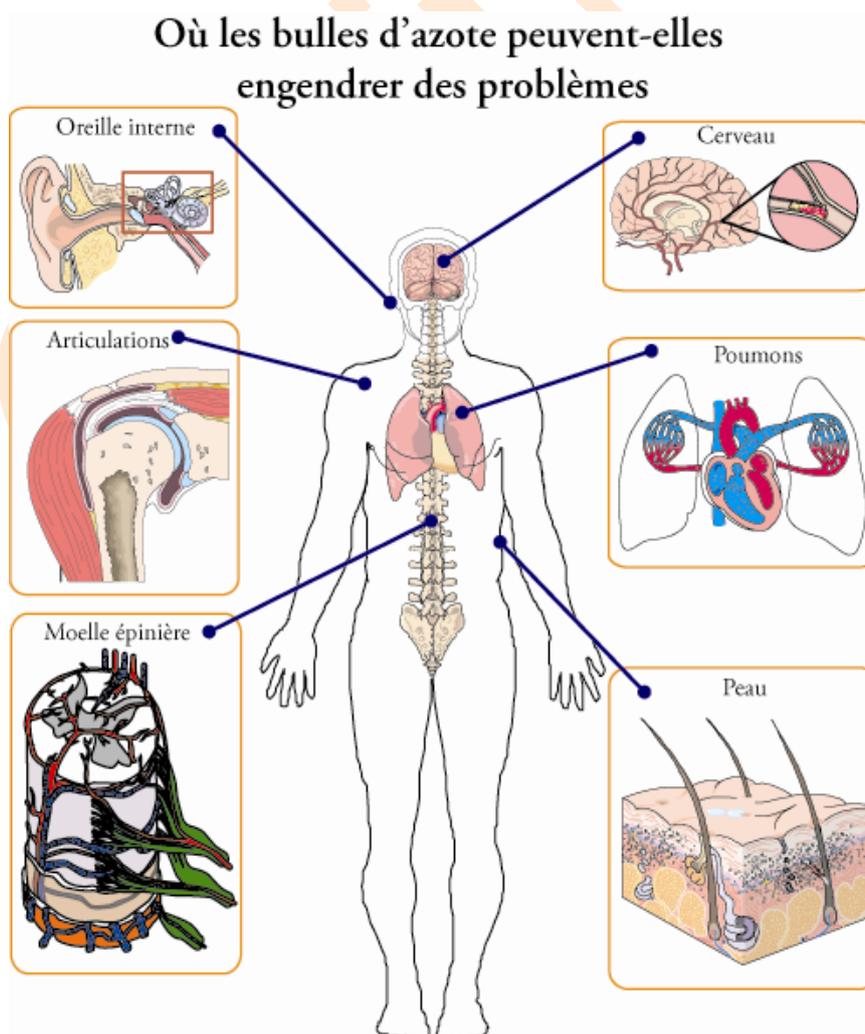
La dissolution de l'azote dans l'organisme se fait de manières diverses. L'azote se dissout d'abord dans le sang. Il se répartit dans l'organisme via la circulation et s'accumule dans les tissus en fonction de la solubilité.

La quantité d'azote dissous dépend de la pression (profondeur) et du temps de plongée.

A la remontée, la pression partielle du gaz respiré diminue et l'azote dissous doit être éliminé par diffusion au niveau de la membrane alvéolo-capillaire.

En respectant les règles de décompression, l'azote est éliminé progressivement sans formation de bulles **pathogènes**. En cas de non-respect, il y a formation de bulles pathogènes ... c'est l'ADD, l'accident bullaire.

Les bulles peuvent se former n'importe où.



10.3.2 LES TYPES D'ADD

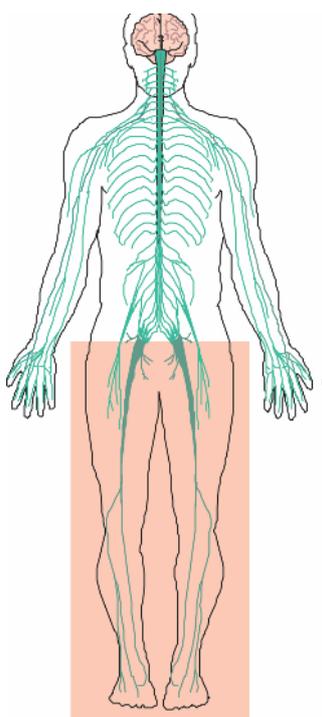
Les ADD sont classés en fonction de la gravité des symptômes et du traitement.

1. Symptômes légers :

- ✓ Fatigue anormale.
- ✓ Sentiment de malaise.
- ✓ Démangeaisons.

2. Accidents graves :

- ✓ Accidents cutanés :
 - Puce : plaques rouges, démangeaisons et sensations de brûlures.
 - Moutons : boursoufflures de la peau.
- ✓ Accident ostéo-articulaires ou «Bends» (en anglais) survient souvent après une plongée avec effort. Les articulations touchées sont souvent épaule, genou, coude, etc.
- ✓ «Chokes» : accident de décompression pulmonaire par encombrement des capillaires pulmonaires par des bulles d'azote. Cet accident se traduit par une douleur dans la poitrine, une gêne respiratoire, une respiration superficielle. Une inspiration profonde provoque une toux. Il n'y pas de crachat sanglant.
- ✓ Accident de l'oreille interne : vertiges, nausées, vomissements, station debout impossible, rarement surdité.
- ✓ Accident neurologique : cet accident est le plus fréquent :
 - Cérébral : se traduit par une paralysie, des troubles de la parole, visuels, un coma, une crise convulsive. Tout est possible ! *En fait même symptomatologie que dans l'aéroembolie cérébrale en cas de surpression pulmonaire.*
 - Médullaire : éventuellement douleur dorsale au palier ou à la sortie de l'eau (coup de poignard), suivie de picotements dans les pieds, éventuellement paraplégie, souvent associée à une rétention d'urine.



Paraplégie

10.3.3 DÉLAIS D'APPARITION

- ◆ 50 % des accidents dans les 30 minutes de la sortie de l'eau.
- ◆ 99 % des accidents dans les 6 heures de la sortie de l'eau.
- ◆ 100 % des accidents dans les 12 à 24 heures parfois 48 heures de la sortie de l'eau.

Il n'y a pas de relation entre le délai d'apparition et la gravité du tableau clinique. La gravité dépend de la localisation et des bulles.

10.3.4 TRAITEMENT

INCIDENT BÉNIN :

- ◆ Oxygène normobare 100 %, 15 l/min. pendant 30 minutes.
- ◆ Boire 1 à 1,5 litre d'eau en une heure.
- ◆ Aviser le DAN en Belgique 0800 12382.
- ◆ Sous surveillance pendant 24 heures.
- ◆ Si persistance des symptômes, c'est un accident grave.



© E. Van Lier

ACCIDENT GRAVE :

- ◆ Si la victime est consciente et n'a aucun problème de déglutition, faire boire 1 à 1,5 litre d'eau en une heure, puis 1 litre / heure.
- ◆ Oxygène normobare 100 %, 15 l/min. jusqu'à la prise en charge médicalisée.
- ◆ Appel du 112 et évacuation vers un centre de recompression en ambulance.
- ◆ Aviser le DAN en Belgique 0800 12382.



10.3.5 PRÉVENTION

- ◆ Respect strict de la vitesse de remontée.
- ◆ Respect strict des tables de décompression, des paliers (profondeur et temps).
- ◆ Palier de sécurité ou de défatigation.
- ◆ Eviter la plongée « yo-yo ».
- ◆ Bonne hydratation avant et après la plongée.
- ◆ Pas de plongée libre 3 heures avant et après une plongée en scaphandre.
- ◆ Eviter les efforts avant et après la plongée en scaphandre.
- ◆ Plonger dans de bonnes conditions physiques et psychiques, etc.



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



© M. Hiernaux



LE RESPECT DE CES CONSIGNES N'OFFRE PAS UNE GARANTIE TOTALE D'ÉVITER L'ADD

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

Certains facteurs favorisent la survenance de l'ADD :

- ◆ Age.
- ◆ (Sexe féminin).
- ◆ Obésité.
- ◆ Fatigue.
- ◆ Altération de l'état général.
- ◆ Déshydratation.
- ◆ Prise d'un repas gras avant la plongée.
- ◆ Alcool.
- ◆ Arthrose.
- ◆ Phénomènes inflammatoires.
- ◆ Altérations pulmonaires.
- ◆ Tabagisme.
- ◆ Certaines anomalies anatomiques.
- ◆ Foramen Ovale Perméable (FOP) : le FOP est une communication entre les 2 oreillettes du cœur qui se ferme normalement complètement après la naissance. Chez 25 à 30 % de la population générale, cette ouverture subsiste et peut donner lieu à un shunt de sang du cœur droit vers le cœur gauche dans certaines circonstances (par exemple : lors d'une manœuvre de Valsalva ou équivalent).
- ◆ Certains médicaments.
- ◆ Antécédent ADD.
- ◆ Effort.
- ◆ Effets thermiques (froid/chaud).
- ◆ Plongée en altitude.
- ◆ Apnée au palier.
- ◆ Stress/angoisse.
- ◆ Travail musculaire.
- ◆ Essoufflement.
- ◆ Valsalva ou équivalent, par exemple : effort de toux pendant la remontée.
- ◆ Vol en avion.
- ◆ Etc.

10.4 L'ACCIDENT BIOCHIMIQUE OU TOXIQUE

Les gaz que nous respirons deviennent toxiques à partir d'une certaine pression partielle.

10.4.1 LA NARCOSE À L'AZOTE

Une augmentation de la pression partielle de l'azote agit sur le système nerveux. Cela se manifeste par un ensemble de troubles psychiques et physiologiques. Cela s'apparente à des signes d'intoxication alcoolique. D'où le nom d'«ivresse des profondeurs» de la narcose à l'azote.

La toxicité de l'azote pour tous se situe à une Pp de 6,4 bars.

Les premiers signes apparaissent à une profondeur de 30 à 40 mètres. A 70 mètres, personne n'y échappe. Certains plongeurs entraînés la contrôlent mieux que d'autres.



© G. Jones

SYMPTOMES :

Comportement mental :

- ◆ Désintérêt pour la plongée, pour les accompagnants en plongée, pour les paramètres de la plongée.
- ◆ Baisse de la concentration, de la faculté de réflexion.
- ◆ Obnubilation, le plongeur reste anormalement concentré sur un élément particulier (son ordinateur, un poisson, un caillou, etc.).
- ◆ Baisse du sentiment de responsabilité.
- ◆ Panique.
- ◆ Assurance en soi excessive.
- ◆ Euphorie.
- ◆ Perte de conscience à grande profondeur.

Comportement moteur :

- ◆ Troubles de la coordination.
- ◆ Sensation de lourdeur.
- ◆ Diminution de perceptions visuelles.

TRAITEMENT :

Il est simple. Il suffit de réduire la pression partielle en remontant de quelques mètres jusqu'à la disparition des signes. Dans ces conditions, la plongée peut se poursuivre mais sans redescendre.

Il est utile de tenir son compagnon de plongée toujours à l'œil dans la zone d'évolution « litigieuse ».

10.4.2 L'HYPEROXIE

INTOXICATION A L'OXYGENE DU SYSTEME NERVEUX CENTRAL (EFFET PAUL BERT)

Une Pp d'O₂ élevée lèse les **neurones du cerveau** et peut, entre autres, entraîner l'apparition de convulsions comparables à une crise d'épilepsie.

La Lifras a fixé le seuil maximal de la Pp d'O₂ à 1,6 bar pour les plongées avec des mélanges gazeux (par exemple Trimix, Nitrox) et les plongées à l'air. La **profondeur maximale** pouvant être atteinte avec un mélange gazeux (l'air étant le mélange le plus simple) dépend donc du pourcentage d'oxygène dans ce mélange. Par précaution, la plongée à l'air est limitée à 60 mètres.

SYMPTOMES :

- ♦ Il peut y avoir toute une série de symptômes. Ceux-ci peuvent apparaître dans un **ordre aléatoire** ou simultanément. Leur apparition est **imprévisible** et souvent **brutale**.

CENTAVIVO est un moyen mnémotechnique pour retenir les symptômes.

C	C onvulsions	Des convulsions comparables à une crise d'épilepsie peuvent se manifester sans aucun avertissement ou symptôme préalable !
E	E uphorie	
N	N ausées	Envie de vomir
T	T remblements, contractions musculaires	Surtout au niveau des muscles du visage, de la bouche et des lèvres. Signes classiques d'une intoxication à l'O ₂ !
A	A nxiété	
V	V ision (Tunnel)	Troubles visuels, vision tunnel, éclairs
I	I rritabilité	Changements comportementaux tels qu'irritation, angoisse, confusion, euphorie
V	V ertiges	Vertiges, maladresse soudaine et manque de coordination
O	O reilles	Bourdonnements d'oreilles, sifflements hallucinations auditives (tintements de cloche, cognements)

TRAITEMENT :

- ◆ Dès l'apparition d'un des symptômes CENTAVIVO (sauf si convulsions) : remonter immédiatement à la vitesse normale et terminer la plongée.
- ◆ Si un plongeur a des convulsions sous l'eau :
 - ✓ Ne pas le remonter pendant les convulsions étant donné le risque de surpression pulmonaire et d'embolie gazeuse.
 - ✓ Attendre que les convulsions s'arrêtent et que les muscles du plongeur se relâchent.
 - ✓ Maintenir l'embout de la victime en bouche et sa tête en extension.
 - ✓ Remonter à la vitesse normale dès la fin de la phase clonique (fin de convulsions).
 - ✓ Si nécessaire, démarrer en surface le traitement de la noyade, la surpression pulmonaire ou l'accident de décompression.

INTOXICATION DES POUMONS PAR L'OXYGENE (EFFET LORRAIN-SMITH)

La respiration d'oxygène à des pressions partielles faibles durant une **longue période** peut entraîner des lésions pulmonaires. Un mélange trop riche en oxygène irrite les poumons, provoque une toux sèche et des difficultés respiratoires. La Pp d'O₂ est alors d'au moins 0,5 bar.

Ce risque d'intoxication est négligeable en plongée loisir à l'air vu les faibles temps d'exposition. Ces symptômes peuvent toutefois apparaître lors d'un traitement en caisson, quoiqu'il s'agisse d'un phénomène très rare.

10.4.3 L'INTOXICATION AU CO₂

Le **gaz carbonique** est présent dans l'air respiré en très faible quantité. Il s'agit d'un déchet de notre métabolisme. L'excès de dioxyde de carbone (CO₂) dans notre corps est appelé **hypercapnie**. La cause est double : accidentelle (exogène), endogène (métabolique).

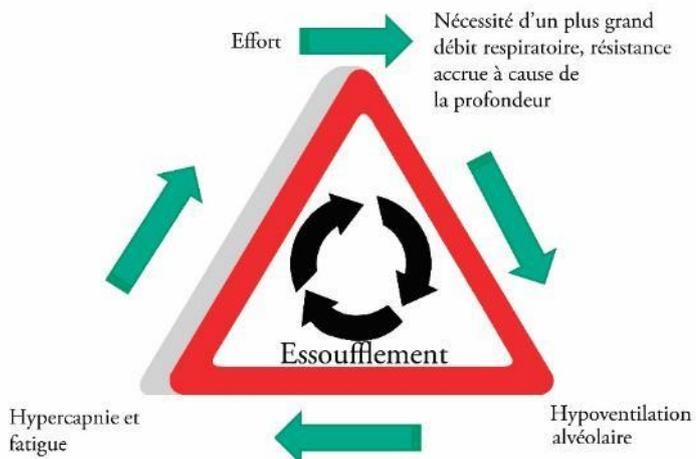
CAUSES :

Exogènes :

- ◆ Problème de détendeur.
- ◆ Tuba inadapté.
- ◆ Air enrichi en CO₂.
- ◆ Ets.

Endogènes :

- ◆ Effort.
- ◆ Activités musculaires intenses.
- ◆ Stress.
- ◆ Emotion.
- ◆ Peur.
- ◆ Froid.
- ◆ Respiration superficielle.
- ◆ Etc.



SYMPTOMES :

- ◆ Respiration superficielle.
- ◆ Rapide.
- ◆ Essoufflement.
- ◆ Perte de connaissance.

TRAITEMENT :

- ◆ Administrer de l'oxygène.
- ◆ Réanimation si nécessaire.

PREVENTION :

- ◆ Bonne ventilation.
- ◆ Bonne technique de plongée.
- ◆ Limitation des efforts.
- ◆ Aux premiers signes :
 - ✓ Stopper l'effort.
 - ✓ Signaler l'incident.
 - ✓ Remonter lentement.
 - ✓ Calmer, rassurer.



L'ESOUFFLEMENT EST SOUVENT À L'ORIGINE D'UN AUTRE ACCIDENT DE PLONGÉE PARFOIS TRAGIQUE, D'OÙ L'INTÉRÊT DE LA PRÉVENTION

10.4.4 L'INTOXICATION AU CO

Le **monoxyde de carbone** (CO) est un **gaz inodore, incolore et insipide** qui se forme lors de la combustion incomplète de combustibles tels que bois, charbon, gaz (naturel, butane, propane), pétrole et mazout. Ceci survient lorsque l'apport d'oxygène est insuffisant. On retrouve le CO dans les gaz d'échappement des appareils de chauffage et moteurs à combustion ainsi que dans la fumée de cigarette.

Le monoxyde de carbone peut être présent dans l'air des bouteilles de plongée si l'échappement du moteur thermique et l'entrée d'air du compresseur sont mal disposés l'un par rapport à l'autre et sans tenir compte de la direction du vent.



Le CO perturbe le transport de l'O₂ par les globules rouges.

A la pression atmosphérique, l'hémoglobine des globules rouges est presque entièrement saturée en oxygène. Le CO a une fâcheuse tendance à se fixer également à l'hémoglobine, et cela, 300 fois plus facilement que l'oxygène. Il 'accapare' donc l'hémoglobine de telle sorte qu'il ne reste plus beaucoup de place pour l'oxygène. Il s'ensuit une hypoxie, malgré une quantité suffisante d'oxygène dans l'air inspiré.

SYMPTOMES :

Selon la gravité de l'intoxication, les symptômes suivants peuvent apparaître :

- ◆ Léger mal de tête.
- ◆ Vertiges.
- ◆ Nausées.
- ◆ Vomissements.
- ◆ Sérieux mal de tête avec baisse de la faculté de réflexion.
- ◆ Teint rouge et lèvres rouge cerise.
- ◆ Faiblesse musculaire générale.
- ◆ Respiration rapide et faible.
- ◆ Crampes.
- ◆ Perte de connaissance et mort.

On pourrait normalement s'attendre à une coloration bleutée du visage et des lèvres puisqu'il s'agit d'une hypoxie. Cependant, comme la cause est liée à de l'hémoglobine saturée en CO, la victime a les lèvres et les joues rouge cerise !

TRAITEMENT :

- ◆ Veiller à votre propre sécurité.
- ◆ Aérer le local.
- ◆ Amener la victime dans un lieu bien aéré.
- ◆ Appeler les services d'urgence au 112.
- ◆ Administrer immédiatement de l'oxygène à 100 %.
- ◆ L'oxygénothérapie hyperbare peut être salvatrice et contrer les risques de lésion des organes. Le traitement en caisson sera préconisé en fonction de la gravité des symptômes et de la quantité de CO mesurée dans le sang.

PREVENTION :

- ◆ En plongée
 - ✓ Gonfler les bouteilles avec du matériel bien installé : la prise d'air doit être située loin de tout échappement (moteur, chauffage, coin fumeur, etc.).
- ◆ A la maison
 - ✓ Assurer l'entretien régulier de tous les appareils à combustion (chaudière, chauffe-bain au gaz, poêle, etc.).
 - ✓ Faire ramoner régulièrement les cheminées.
 - ✓ Garantir une aération suffisante dans les pièces où une combustion a lieu. Ne jamais obturer les grilles de ventilation.
 - ✓ Investir dans un détecteur de CO. Ils ne sont pas parfaits mais peuvent aider !

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

10.5 LES ACCIDENTS DE LA PLONGEE LIBRE

10.5.1 LA SYNCOPE HYPOXIQUE

On parle d'**hypoxie** lorsque la quantité d'oxygène qui arrive aux tissus est insuffisante.

On parle d'**anoxie** lorsque les tissus ne reçoivent plus d'oxygène. Trois minutes d'anoxie cérébrale suffisent à provoquer des lésions irréversibles.

La respiration peut être bloquée ou accentuée aléatoirement dans certaines limites, par exemple, lors d'une apnée en plongée libre ou lors d'une hyperventilation.

Si on respire sciemment plus vite et plus profondément (**hyperventilation**) pour allonger une apnée, la Pp de CO₂ dans les alvéoles pulmonaires diminue provoquant une baisse de la Pp de CO₂ artérielle.

L'envie de respirer apparaît alors nettement plus tard. Cela permet de prolonger considérablement la durée d'une apnée. Mais cela présente aussi un danger : l'oxygène dans le sang artériel baisse durant l'apnée. Or, si la concentration en oxygène passe en dessous de son seuil critique avant que la Pp de CO₂ ne soit suffisamment élevée pour relancer la respiration, le plongeur peut perdre connaissance avec toutes les conséquences qui s'ensuivent.

Le plongeur qui perd soudainement conscience sans signe précurseur court un grand risque de noyade.

La syncope est la conséquence d'un manque d'oxygène dans le cerveau.

PREVENTION :

- ◆ Connaître ses limites.
- ◆ Ne pas s'hyperventiler.
- ◆ Toujours évoluer sous surveillance

10.5.2 LE RENDEZ-VOUS SYNCOPAL DES 7 MÈTRES

Il s'agit d'une forme particulière de perte de connaissance apparaissant à la remontée en plongée libre dans une zone située entre 10 mètres et la surface.

Cette syncope s'explique notamment par :

- ◆ La chute du taux d'oxygène (consommation et diminution de la pression partielle).
- ◆ Lors de la remontée la pression hydrostatique diminue sur les parties compressibles du corps. Cela permet à nouveau la circulation d'une plus grande quantité de sang vers la périphérie, diminuant ainsi le débit sanguin dans le cerveau.
- ◆ Par la diminution de la pression partielle de CO₂ lors de l'hyperventilation (le taux de CO₂ reste en dessous du seuil d'alarme).

PREVENTION :

- ◆ Connaître ses limites.
- ◆ Ne pas s'hyperventiler.
- ◆ Toujours évoluer sous surveillance.

10.5.3 L'HYDROCUTION

Il s'agit d'une syncope lors de la mise à l'eau. Il pourrait s'agir d'un choc thermo-différentiel ou un choc «allergique» à la mise à l'eau ou un mécanisme réflexe de vasodilatation globale musculaire avec chute de la pression sanguine et diminution de la perfusion cérébrale.

PREVENTION :

- ◆ Mise à l'eau avec prudence et progressivement surtout après un repas ou une exposition au soleil.

10.6 LA NOYADE

La noyade est la mort dans l'eau par asphyxie due à la submersion des voies aériennes supérieures avec ou sans inondation broncho-alvéolaire. On utilise plutôt le terme de « pré-noyade » pour les noyés que l'on a réussi à réanimer.

La noyade et l'hypoxie sont des notions étroitement liées. Une hypoxie sous l'eau peut conduire à une syncope, suivie d'une noyade. A l'inverse, si le plongeur respire, par exemple, de l'eau par un détendeur défectueux, l'eau dans les voies respiratoires empêche les échanges gazeux et provoque également une hypoxie. La noyade est la cause de mort la plus fréquente chez les plongeurs. 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.

Lorsqu'un plongeur respire de l'eau et que cette eau aboutit dans le larynx, les muscles du larynx subissent un spasme, afin de protéger le reste des voies respiratoires. Le plongeur «avale de travers» et se met à tousser. Suite à ce spasme de la glotte, l'air n'arrive naturellement plus dans les poumons et il n'y a plus d'échanges gazeux. Le plongeur peut alors être en **hypoxie**. Dans 20 à 25 % des cas de noyade, le spasme de la glotte est tellement fort que la quantité d'eau atteignant les poumons est très faible voire même inexistante. Dans les autres cas, l'eau arrive dans les poumons car, lors d'une perte de connaissance, le spasme de la glotte disparaît et l'eau entre dans les poumons. Le liquide présent dans les poumons ou le spasme de la glotte empêchent l'air de pénétrer dans les poumons. La victime est alors cyanosée (Coloration bleue de la peau). Dans le meilleur des cas, elle tente de respirer et tousse. La situation est plus grave si la victime ne respire plus. L'hypoxie induit un arrêt respiratoire suivi, quelques minutes plus tard, d'un arrêt cardiaque. Une **réanimation** (avec O₂ 100 %) doit être entreprise au plus vite. De fait, les cellules cérébrales ne peuvent être privées d'oxygène plus de 3 minutes. Une hypoxie plus longue entraîne des séquelles irréversibles. Il est important de savoir que **le froid** réduit les besoins en oxygène du cerveau et accroît sensiblement la résistance des cellules cérébrales à l'hypoxie. Des cas de réanimation réussie ont été décrits après une immersion de 20 minutes ! Ne jamais arrêter une réanimation. Il faut continuer jusqu'à l'arrivée d'une équipe de secours. Même si l'on arrive à réanimer le noyé, il doit être transporté au plus vite vers un centre de réanimation. Un traitement en milieu hospitalier est indispensable.



© S. Godin

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras



On a longtemps opposé la physiopathologie de la noyade en eau douce avec celle en eau de mer. Ces différenciations tranchées n'ont plus de raison d'être. Les modèles animaux (Petits animaux en labo) ne sont pas extrapolables à l'homme. Dans tous les cas, quelle que soit la quantité d'eau inhalée, qu'elle soit salée ou douce, le mécanisme lésionnel est le même : la membrane alvéolaire est lésée avec comme conséquence un œdème pulmonaire perturbant l'oxygénation du sang.

Les critères de coloration des téguments (noyé blanc, noyé bleu) n'ont aucun intérêt ni diagnostique ni thérapeutique. Le pronostic initial dépend de la durée de l'hypoxie. Le pronostic à long terme dépend des lésions pulmonaires.

10.7 L'HYPOTHERMIE

	°C	Symptôme	Traitement
	37,5	Normal	
	36	Sensation de froid	Rechercher un abri sec, des vêtements secs (chaussettes, gants, bonnet), se couvrir la nuque, protéger tout le corps du froid
	35	Tremblements	Bouger, mais sans transpirer Chaleur externe uniquement si elle est supérieure à 35 °C Boissons chaudes et nourriture très calorique
	< 35	Hypothermie	Transport immédiat à l'hôpital
	34	Maladresse Irrationalité/confusion Comportement semblable à un état d'ébriété	Pas de mouvements, traiter prudemment, repos Pas de chaleur externe Boissons chaudes et nourriture très calorique Faire respirer de l'air ou de l'oxygène chaud
	33	Engourdissement	Monitoring du rythme cardiaque Position déclive avec les pieds surélevés
	32	Arrêt des tremblements Effondrement	Transporter de toute urgence à l'hôpital
	31	Perte de connaissance	Maintenir les voies aériennes libres
	30	Inconscience	Position latérale de sécurité
	29	Pouls et respiration lents	Insufflation par bouche-à-bouche au rythme du patient
	28	Arrêt cardiaque	RCP
	< 28	Pas de signe de vie	POURSUIVRE LA RCP. La victime ne sera considérée morte que si, lors du réchauffement, elle ne donne plus signe de vie.

L'organisme fonctionne de manière optimale à une température de 37 °C. Un **système thermorégulateur** veille à ce que les organes vitaux conservent cette température. La température des organes vitaux est appelée **température centrale**. Si elle dépasse les 37 °C, un mécanisme de régulation assure la baisse de la température.

Aucune mer au monde n'a une température d'eau dépassant les 37 °C. Le risque de surchauffe est donc moins présent pour le plongeur. En revanche, **l'hypothermie** est un risque à prendre en compte. On parle d'hypothermie lorsque la température centrale descend en dessous de 35 °C.

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 (plus froide que la température centrale).

La neutralité thermique (c'est-à-dire la température à laquelle le corps ne doit fournir que peu d'efforts supplémentaires pour conserver notre température centrale) de l'eau se situe à 35 °C et présente une faible marge, contrairement à celle de l'air qui est de 26 °C et possède une grande marge. Il n'est donc guère surprenant que des personnes qui tombent dans de l'eau très froide sans aucune protection se retrouvent en l'espace de quelques minutes en hypothermie grave et risquent de mourir.

Lorsque la température centrale descend en dessous de 37 °C, le corps réagit par un **accroissement de la production de chaleur**, d'une part, et par une **réduction de la perte de chaleur**, d'autre part. L'accroissement de la production de chaleur est assurée par des activités sciemment effectuées (tourner en rond, frapper dans les mains, etc.) et par une activité musculaire incontrôlable, comme les frissons. Ces activités augmentent la vitesse du métabolisme : l'individu consomme alors davantage d'éléments nutritifs. Cela donne faim et accélère la respiration.

Simultanément, le corps tente de combattre la perte de chaleur. La circulation sanguine à la surface de la peau diminue. Les doigts et orteils deviennent bleus et s'engourdissent.

L'accélération du métabolisme en début de refroidissement disparaît lorsque le corps évolue vers **l'hypothermie**. Le métabolisme diminue progressivement **en dessous de 35 °C**. Les rythmes respiratoire et cardiaque diminuent aussi et la pression artérielle commence à chuter. Si la température centrale continue à chuter, des difficultés de concentration et un engourdissement peuvent apparaître, allant jusqu'à la syncope et aux convulsions. Les rythmes respiratoire et cardiaque deviennent irréguliers et disparaissent à des températures variant entre 25 et 30 °C. A cette température centrale, la victime est apparemment morte. Pourtant, le refroidissement à des températures encore plus basses n'exclut pas une réanimation sans séquelles. L'hypothermie importante ralentit fortement le métabolisme de tous les organes et particulièrement celui du cerveau. Les séquelles provoquées par l'hypoxie apparaissent plus tardivement. Il ne faut donc pas arrêter la réanimation tant que l'équipe médicale n'est pas arrivée et n'a pas pris le relais.

TRAITEMENT D'UNE VICTIME EN HYPOTHERMIE :

- ◆ Eviter tout refroidissement supplémentaire, maintenir la victime au chaud.
- ◆ Contrôler les paramètres vitaux, agir selon le protocole de RCP.
- ◆ Prévenir les services de secours (numéro d'urgence 112).
- ◆ Si la victime est consciente, lui faire boire une boisson chaude et énergisante afin qu'elle se réchauffe de l'intérieur. L'alcool est contre-indiqué. En absence de boisson chaude, faire boire de l'eau à température ambiante.
- ◆ La victime doit être transportée à l'hôpital, où elle recevra un traitement adéquat.

PRÉVENTION :

- ◆ Attention : éviter les situations d'hypothermie. Il faut s'habiller en fonction des conditions de plongée. Adapter son 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. Il convient donc de réagir à temps.

11. SITUATIONS PARTICULIÈRES

11.1 PRISE DE MÉDICAMENTS ET PLONGÉE

De manière générale, ce ne sont pas les médicaments eux-mêmes mais la maladie pour laquelle ils sont prescrits, qui interdit la plongée.

La majorité des médicaments fréquemment utilisés n'interfèrent pas avec la plongée et les conditions hyperbares.

Une utilisation chronique d'antihistaminiques (en cas d'allergie), de vasoconstricteurs et de sprays nasaux contre l'obstruction du nez et des oreilles est déconseillée. Une utilisation occasionnelle de ces médicaments n'entraîne généralement pas de gros problèmes lors de la plongée.

Les effets des antibiotiques, de la plupart des médicaments qui diminuent la pression artérielle, des médicaments contre les troubles du rythme cardiaque, des inhibiteurs de la sécrétion d'acide gastrique et des médicaments anti-inflammatoires non stéroïdiens ne sont pas influencés par des conditions hyperbares. Cependant, c'est la maladie pour laquelle ces médicaments sont donnés qui détermine si l'on peut plonger ou pas.

Toutefois **prudence et vigilance sont recommandées à l'égard des médicaments pouvant influencer la capacité physique et la faculté mentale** : sous des conditions hyperbares, ces effets doivent être évités. La narcose à l'azote peut, en outre, être suscitée et/ou aggravée sous l'influence de ces médicaments.

Pour les plongeurs sportifs, l'utilisation de fluidifiants sanguins n'est pas une contre-indication absolue à la plongée mais elle réclame une certaine prudence, vu le risque accru de saignement. Le plongeur doit en être conscient et savoir que les saignements, en cas de barotraumatisme de l'oreille moyenne ou des sinus par exemple, seront nettement plus sérieux.

Il est important que le médecin qui prescrit les médicaments en connaisse les effets (secondaires) dans le cadre de la plongée. Il faut toujours préciser que l'on fait de la plongée. En cas de doute, mieux vaut consulter un médecin de la Commission Médicale.

11.2 PLONGÉE ET PRISE DE 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.

11.3 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 :

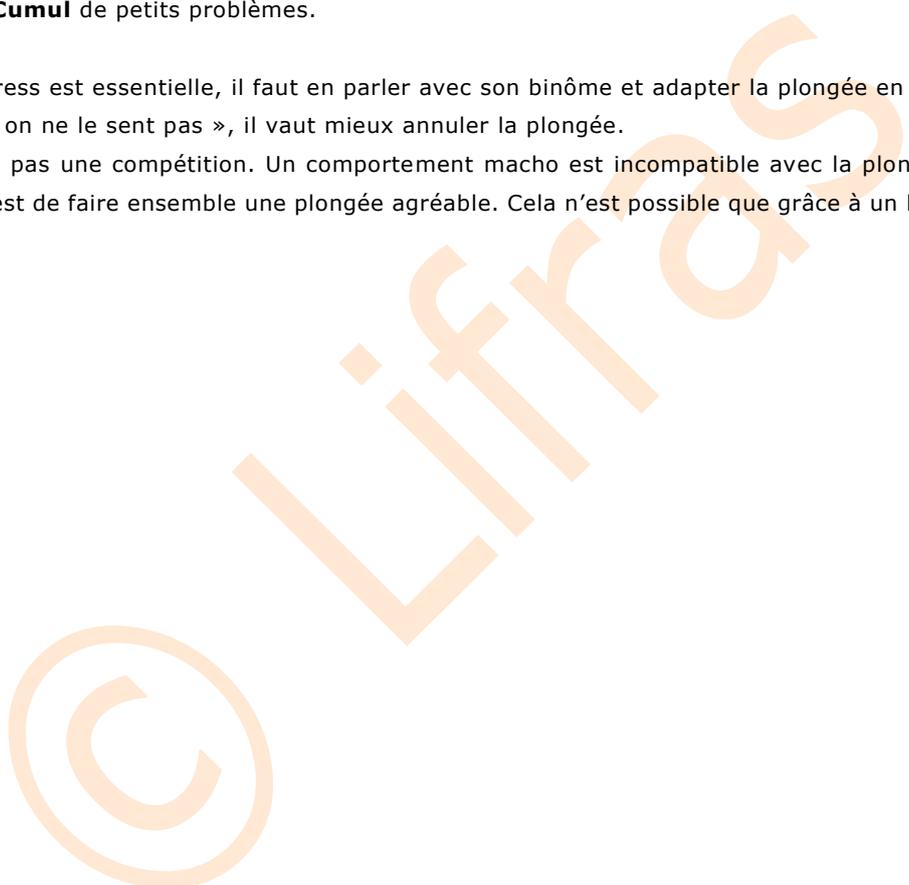
- ◆ **Problème physique** pendant la plongée comme des difficultés à équilibrer les oreilles, refroidissement, essoufflement, fatigue, douleurs, etc.
- ◆ **Tension psychique** par manque d'informations sur la plongée, en cas d'égarement (perte), par trop de choses à gérer, par un sentiment irraisonné 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. 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.



12. 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 : DEA défibrillateur externe automatique)
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.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

12.1 APPEL DES SECOURS



© J. Servais

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, etc.). 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.

Le numéro d'appel européen est le **112**.

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. Allemeersch

En Belgique, en cas de suspicion d'accident de décompression appeler le 112 et le **080012382** (DAN HOTLINE) :

- ◆ Pour avis médical.
- ◆ Coordination de l'évacuation.
- ◆ Préparation du centre hyperbare.

12.2 ADMINISTRATION D'OXYGÈNE

- ◆ A 100% avec un débit de **15 litres/minute minimum** si débit constant.
Si le volume d'oxygène disponible est insuffisant, il est préférable d'administrer 15 l/minute le plus longtemps possible plutôt que de réduire le débit pour allonger la durée.
Calcul d'autonomie à faire...
- ◆ 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.

12.3 HYDRATATION

Si le plongeur est conscient et capable d'avaler et de boire de manière autonome, faire boire 1 à 1,5 litre d'eau plate ou une boisson isotonique en une heure. Ceci permet de combattre la déshydratation due à l'immersion, d'améliorer la circulation et l'élimination d'azote.



© S. Godin

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

12.4 NOTIONS DE RÉANIMATION DE BASE

BASIC LIFE SUPPORT (BLS)



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)

SELON LES RECOMMANDATIONS DE L'ERC (CONSEIL EUROPÉEN DE RÉANIMATION) DE 2015.

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



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

S STOP

- ◆ S'arrêter.
- ◆ Réfléchir.
- ◆ Agir ensuite.

A ASSESS SCENE (Evaluer 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 tels que des gants et des dispositifs servant de barrière entre la bouche du sauveteur et celle de la victime.

Protection faciale



Pocket mask



© Ch. De Greef

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

12.4.2 EVALUER 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

12.4.3 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 latérale 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 secours 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.



© DAN

- ✓ 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 à 120 par minute (un peu moins de 2 compressions par seconde).
- ✓ 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 oronasal 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 oronasal 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 (tentatives d') insufflations avant chaque série de compressions thoraciques.

Exemplaire réservé exclusivement aux moniteurs et monitrices de la Lifras

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.**

12.5 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.
- ◆ Suivre les instructions du 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.
- ◆ Avertir : «Je suis prêt. Vous êtes prêts. Tout est prêt»
- ◆ Ne pas toucher le patient.
- ◆ 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. Les directives complètes et recommandations de l'ERC peuvent être téléchargées sur le site du Belgian Resuscitation Council (BRC) - <https://resuscitation.be>



SCUBAPRO

UN DETENDEUR POUR CHAQUE PLONGEUR



UNE RESPIRATION AISÉE. SCUBAPRO, SYNONYME DE QUALITÉ. Lorsque vous plongez avec un détendeur SCUBAPRO, vous pouvez plonger en toute confiance. Qualité, fiabilité et performances respiratoires: ce sont les caractéristiques des détendeurs SCUBAPRO. Cette solide réputation est bien méritée après plus de 50 ans d'excellence technique et d'innovations révolutionnaires qui ont changé le monde de la plongée sous-marine. Avec un détendeur SCUBAPRO, vous pouvez vous concentrer totalement sur votre expérience sans vous préoccuper de votre équipement.



MK25 EVO



MK17 EVO



MK11

A700

S620 Ti

S600

G260

C370

Chaque détendeur SCUBAPRO affiche une périodicité de révision de 24 mois/100 plongées et chaque détendeur acheté chez un revendeur agréé est couvert par une garantie internationale à vie.



