

COMMISSION TECHNIQUE REGIONALE

REFLEXION SUR LE MATERIEL DE PLONGEE :  
BESOIN et REALITE ou REALITE du BESOIN

Mémoire présenté dans le cadre du stage d'instructeur régional

Juillet 2011

Dominique Romand

## SOMMAIRE :

L'Introduction	Page 3
L'enquête	Page 6
L'évolution du matériel de plongée	Page 11
Les bouteilles de plongée	Page 21
Les palmes	Page 39
Les masques de plongée	Page 50
Le tuba	Page 54
La combinaison	Page 56
Le gilet	Page 65
L'ordinateur	Page 76
Le détendeur	Page 82
Le lestage	Page 92
L'éclairage	Page 95
Le matériel du binôme	Page 98
La décontamination du matériel de plongée	Page 101
La conclusion	Page 102
Liens utiles	Page 103

## Remerciements :

En préambule à ce mémoire, je souhaite adresser tout d'abord mes remerciements les plus sincères aux 524 plongeurs qui ont consacré un peu de leur temps pour répondre à l'enquête que j'avais mis en ligne.

C'est en effet leurs différentes réponses qui m'ont apporté l'inspiration et qui ont contribué à l'élaboration de ce modeste travail.

J'exprime ma gratitude à tous les consultants et internautes rencontrés lors des recherches effectuées et qui ont accepté de répondre à mes questions avec une grande compréhension et générosité.

Mes remerciements s'adressent également à Richard Pothier et François Paulhac pour leurs conseils avisés.

Enfin j'adresse un grand merci à tous ceux du CoDep93 : Claire, Viviane, Eric, Yann, Patrick, Pascal pour leur relecture corrective et pour la grande patience dont ils ont su faire preuve.

Merci à toutes et à tous.

## INTRODUCTION

Depuis plus de cinquante ans le matériel de plongée évolue. Aujourd'hui il est particulièrement sûr, pratique et plutôt à jour des courants qu'impose la plongée moderne.

Le terme « sécurité » omniprésent dans notre langage est devenu à coup sûr un des maîtres mots de la plongée. De surcroît, la majorité de nos méthodes d'apprentissage sont conçues à partir d'accidents pouvant se produire et en proposant des gestes techniques judicieusement appropriés.

Inutile de rappeler que la plongée est une activité dite « à risques ». Qu'elle a été à l'origine de nombreux accidents liés au fait que les règles de sécurité élémentaires ne sont pas appliquées ou respectées par les pratiquants. Alors rien de surprenant que l'image de « dangerosité » qui colle à notre loisir freine considérablement son développement.

Cependant, malgré une morosité économique, les pratiquants, le matériel, les textes de loi ont évolués. Ainsi le plongeur des années 80, assoiffé de sensations fortes et attiré par les profondeurs abyssales s'est transformé en 2010, en plongeur à la recherche de splendeur, d'aisance, de facilité et de voyages exotiques où la richesse de la faune et de la flore sera au rendez-vous de son reflex. La société a changé et le plongeur aussi, ainsi l'évolution du matériel de plongée a pris en considération les attentes de ce nouveau plongeur.

A ses débuts l'enseignement de la plongée provenait en grande partie du secteur militaire et de son personnel. La pédagogie employée était directement liée au matériel utilisé et nécessitait de la part des pratiquants une excellente condition physique, et ce à partir du niveau 1 (ou Brevet élémentaire pour les anciens). Il est louable de reconnaître que ces méthodes d'apprentissage très « ciblées » s'adressaient en majeure partie à une élite masculine, adulte.

Longtemps en France nous avons gardé cette image quelque peu « militaire » de la plongée subaquatique, dissuadant parfois de futurs (es) licenciés potentiels, issus d'un autre public. Les années passantes, les esprits évoluant la plongée est devenue une activité basée sur le loisir et la découverte. De plus avec un matériel de plus en plus sophistiqué, elle s'est donc ouverte à un plus large public.

PMT .....

Le P ...des palmes, organe de propulsion du plongeur, jadis en caoutchouc rigide utilisent maintenant des matériaux modernes, parfois en tri ou quadri-matière, avec fentes, nervures et orifices contrôlant le flux de l'eau. Souplesse et performance sont là avec en plus un plein d'options qui offrent bien évidemment une réponse personnalisée à chacun d'entre nous au regard de notre musculature et de nos possibilités.

Le M... du masque, petit volume, gros volume, faibles ou larges champs de vision lui aussi a su évoluer pour devenir, aujourd'hui, un équipement à part entière. Dorénavant particulièrement étanche, quelquefois même trop au risque d'induire un placage de masque au plongeur qui oublie de l'équilibrer. La question se pose même lors de l'apprentissage du vidage de masque auprès des plongeurs débutants ou la difficulté réside maintenant, plus à le remplir qu'à le vider.

Le T ... du tuba, il se roule, se plie, se décompose, avec ou sans soupape, profilé, orientable, avec piège à eau, certains même munis d'un récepteur FM avec transmission sonore assurée par la dentition de l'utilisateur. Qui aurait cru qu'il serait devenu au fil du temps l'objet d'études approfondies notamment en termes d'hydrodynamisme, ou encore d'orthodontie. Malheureusement il reste parfois l'outil d'exercices imposés au débutant tel que « le tuba enchanté », qui n'a « d'enchanté » que le nom pour cause d'irritation oculaire puissante qu'il provoque.

Le gilet d'équilibration, élément décisif de notre sécurité s'est amélioré, et se démystifie en reléguant au placard notre fameuse bouée collerette. Mais n'oublions pas que c'est cette dernière avec l'arrivée de l'inflateur dans les années 70 qui a radicalement transformé l'approche de la plongée et nos approches pédagogiques. De l'ère de la propulsion nous sommes passés à l'ère de l'équilibration. Mono volume, réglable, intégral ou dorsal, inflateur intégré ou classique, système de lestage intégré. Tant d'arguments qui offrent un choix pléthorique : des dizaines et des dizaines de modèles se côtoient dans les magasins spécialisés. Ce même « SGS » qui c'est vu longtemps refuser son utilisation lors d'un baptême de plongée, craignant un hypothétique accident est devenu maintenant incontournable car présent lors de formation de plongeurs débutants.

La respiration subaquatique s'est considérablement améliorée et est devenue aisée grâce au système de compensation ou encore surcompensation. Le détendeur à deux étages a remplacé le détendeur à un seul étage. La présence de "l'octopus" 2<sup>ème</sup> étage supplémentaire, couplé au 1<sup>er</sup> étage et utilisé comme détendeur de secours a renforcé la sécurité. De leur bon fonctionnement dépend la vie du plongeur, et c'est pourquoi en Europe les détendeurs mis en vente sont fabriqués selon les normes de sécurité rigoureuses et identifiables par le marquage CE.

Durant des décennies, l'instrumentation du plongeur était réduite à sa plus simple expression. Une montre, un profondimètre, des tables et ... ses méninges. C'était au siècle dernier. Depuis tout c'est accéléré et à ce jour l'ordinateur est devenu incontournable. Que ce soit outre-Atlantique ou en Europe, les modèles et les marques se sont multipliés, apportant à chaque fois plus de précision.

Les combinaisons, ces secondes peaux indispensables au matériel du plongeur, sont devenues faciles à enfiler, particulièrement étanches et offrant une véritable protection contre le froid. L'apparition des couleurs et des coupes spécialement conçues pour un public féminin sont venues remplacer la vieille "peau de requin" du baroudeur des débuts. Pour la choisir, mieux vaut comprendre comment elle protège le corps et quel compromis sommes-nous disposés à accepter entre isothermie, facilité à s'équiper et à se mouvoir, ligne, qualité de fabrication, prix...

Le marché de l'éclairage dédié à l'explorateur subaquatique ne cesse de progresser. L'éclairage à décharge, HMI ou HID, reste présent sur le marché des phares de plongée, mais les fabricants ne trouvent pas les moyens d'en faire chuter les coûts. Toujours dans les rayons les phares à ampoule halogène et de plus en plus présents les éclairages à LED, avec un rendement fantastique, une consommation ridicule et une lumière très blanche.

## Matériel de plongée – Réalité du besoin

La bagagerie, son poids, ses volumes, sa fonctionnalité tout est prévu pour le plongeur de plus en plus voyageur.  
Les accessoires de plus en plus astucieux, simples ou tout simplement pratiques.  
Couteaux, bouchons, parachutes, sangles, pèse-bagages électroniques, dévidoir, kit de signalisation surface etc....

Devant un choix toujours aussi croissant, quel matériel dois-je acquérir, dans quel ordre le choisir ? Quel intérêt présente tel ou tel instrument ? Quelle taille choisir pour mes palmes ? Seront-elles chaussantes ou réglables ? Ma future combinaison sera-t-elle être mono pièce ou bien composées de deux ou trois parties ? Vais-je investir dans une 5 mm, une 7mm ? Mon futur détendeur, les normes, le déchiffrement des courbes d'essais et de qualifications ? Etc...

Autant de questions issues de l'enquête menée auprès de plus de 500 plongeurs qui m'ont incité à élaborer ce mémoire....

REFLEXION SUR LE MATERIEL DE PLONGEE :  
**« MATERIEL, REALITE DU BESOIN »**

## L'enquête

Pour obtenir des réponses, rien n'est plus naturel que de poser des questions. J'avais déjà commencé depuis pas mal de temps à questionner les plongeurs... et déjà se profilait une ébauche d'étude. Mais il me fallait plus d'avis, pour construire ce qui allait être le cœur de mon mémoire.

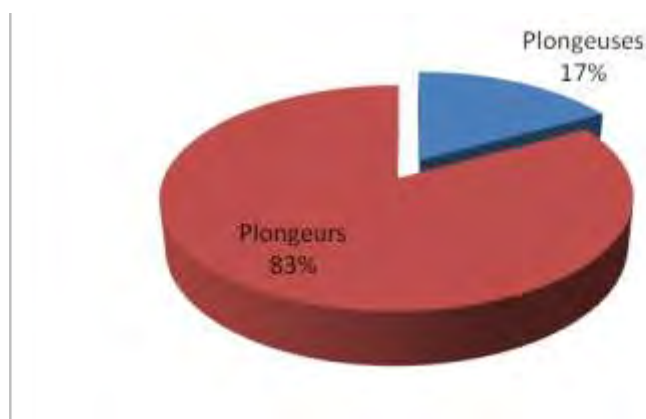
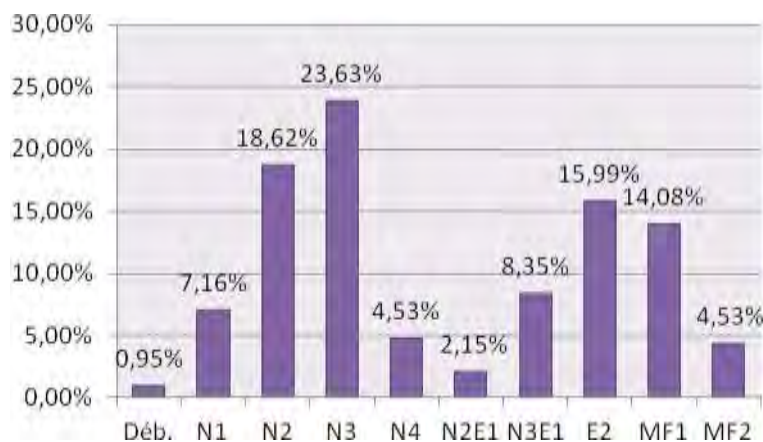
L'enquête par questionnaire était, à ce titre, l'outil idéal pour recueillir de manière objective l'avis des plongeurs sur toutes les questions qu'ils pouvaient se poser sur le matériel.

Etant un novice en terme d'enquête, inutile de préciser que je m'y suis pris à plusieurs reprises ; tantôt en version papier (abandonnée rapidement pour cause de développement durable et surtout par difficulté à traiter les réponses), puis en version informatique, dès lors que je disposais du site internet du CoDep93 et de l'appui du forum de « plongeur.com » (encore un grand merci à p'tite bulle).

J'ai mis en ligne la dite enquête courant mai 2010.

Je ne peux pas affirmer avoir réalisé une bonne enquête et avoir obtenu à tous les coups des résultats pertinents. Toujours est-il que les remontées de celle-ci m'ont permis d'identifier les priorités d'étude et de les hiérarchiser pour élaborer et structurer mon mémoire.

J'ai reçu entre fin mai et mi aout 2010 ; 524 réponses réparties comme suit :



	<b>* Aucune idée</b>		
	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>A i*</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Mon matériel est adapté en termes de performance.	93	2	5
Mon matériel est adapté en termes de poids.	78	18	4
Mon matériel est adapté en termes de coût.	70	25	5
Mon matériel est adapté en termes de confort.	92	6	2
Mon matériel est adapté en termes de réglementation.	85	3	12
Mon matériel est adapté en termes de réglage.	90	5	5
Mon matériel est adapté en termes d'esthétique.	68	14	18
Mon matériel est adapté en termes de sécurité.	97	2	1

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>	<b>A i</b>
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mon ordinateur ?	27	70	3
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de ma combinaison ?	19	79	2
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mon détendeur ?	51	46	3
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mes palmes ?	9	88	3
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mon stab ?	35	62	3
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mon masque ?	13	85	2
Ai-je besoin d'informations sur l'entretien de mon ordinateur ?	26	71	3

	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
Je sais choisir ma paire de palmes.	84	16

<b>La combinaison</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
J'ai choisi ma combinaison pour son esthétique.	32	68
J'ai choisi ma combinaison pour son coût.	72	28
J'ai choisi ma combinaison pour son étanchéité.	73	27
J'ai choisi ma combinaison sur les conseils d'un moniteur.	37	63
J'ai choisi ma combinaison sur les conseils d'un vendeur.	40	60
J'ai choisi ma combinaison pour les fermetures.	74	26
J'ai choisi ma combinaison pour ses protections.	63	37
J'ai choisi ma combinaison pour son poids.	18	82
J'ai choisi ma combinaison en fonction du lieu de plongée.	87	13
J'ai choisi ma combinaison sur les conseils d'un ami.	30	70

<b>Le gilet</b>	<b>OUI</b>	<b>NON</b>
J'ai choisi mon stab en fonction du poids.	30	70
J'ai choisi mon stab en fonction de son esthétique.	28	72
J'ai choisi mon stab en fonction de sa taille.	88	12
J'ai choisi mon stab en fonction de sa flottabilité.	20	80
J'ai choisi mon stab sur les conseils d'un vendeur.	34	66
J'ai choisi mon stab en fonction de son coût.	62	38
J'ai choisi mon stab en fonction de son volume.	78	22
J'ai choisi mon stab en fonction de sa vitesse de gonflage.	51	49
J'ai choisi mon stab sur les conseils d'un moniteur.	31	69
J'ai choisi mon stab sur les conseils d'un ami.	29	71

Matériel de plongée – Réalité du besoin

	Ordre de priorité				
	1	2	3	4	5
L'achat de mon ordinateur est ma priorité :	4	16	24	16	40
L'achat de ma combinaison est ma priorité :	11	61	14	8	6
L'achat de mon détendeur est ma priorité :	5	13	33	29	20
L'achat de mon gilet est ma priorité :	4	11	29	39	17
L'achat de mon PMT est ma priorité :	92	3	1	2	2

Mes connaissances :	OUI	NON
Je sais comment fonctionne mon détendeur.	88	12
J'ai encore des choses à connaître sur l'ordinateur.	76	24
J'ai encore des choses à connaître sur la combinaison.	32	68
J'ai encore des choses à connaître sur le détendeur.	73	27
J'ai encore des choses à connaître sur la stab.	41	59
J'ai encore des choses à connaître sur la boussole.	50	50

Mon avis :	OUI	NON	A i
Il est important de connaître le fonctionnement de son détendeur.	79	18	3
La théorie du matériel est trop complexe.	15	77	8
La théorie du matériel est rébarbative.	30	64	6
La théorie du matériel est suffisante.	53	38	9
La théorie du matériel est à développer.	52	37	11

	OUI	NON
Il faut améliorer les conseils techniques	86	14
Il faut améliorer les conseils d'achats	69	31
Il faut améliorer l'approche pédagogique	65	35
Il faut améliorer les supports pédagogiques	67	33

Je suis à la recherche :	OUI	NON
Davantage d'informations sur les normes et la réglementation.	51	49
Davantage d'informations sur les techniques de fabrication.	47	53
Davantage d'informations sur les conseils techniques.	88	12
Davantage d'informations sur les vérifications d'avant plongée.	42	58
Davantage d'informations sur les systèmes de repérage et la sécurité.	71	29
Davantage d'informations sur la bagagerie.	26	74
Davantage d'informations sur les conseils d'achats.	45	55
Davantage d'informations sur les avantages et inconvénients.	85	15
Davantage d'informations sur les éclairages.	69	31

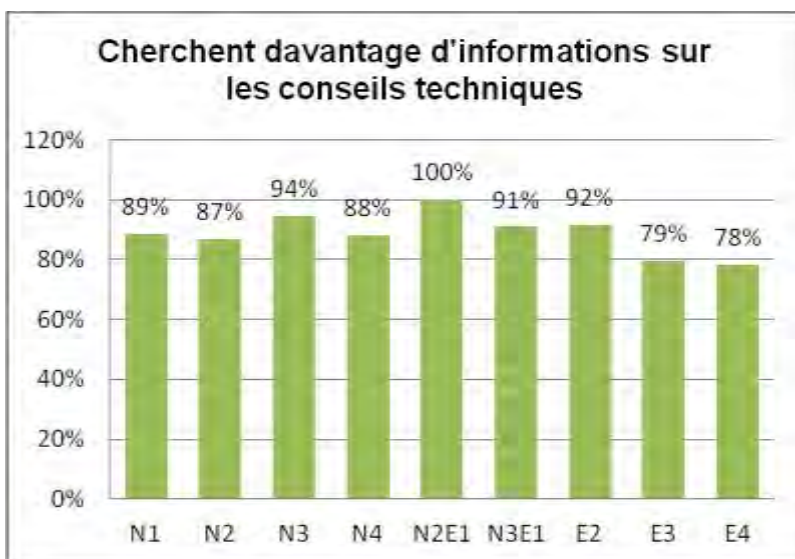
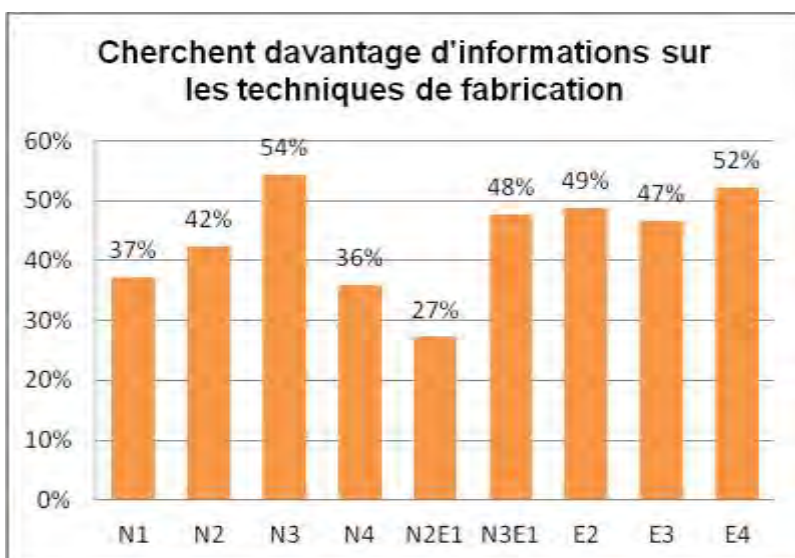
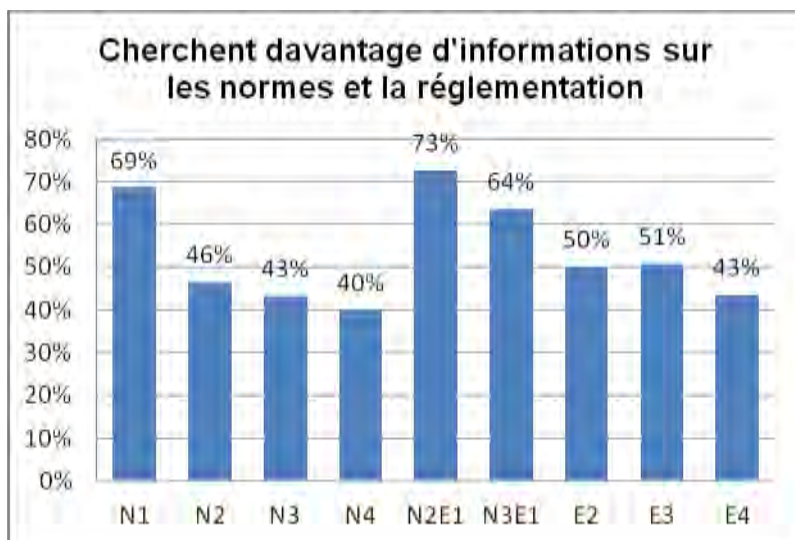
	OUI	NON
Je possède un bloc de plongée	32	68

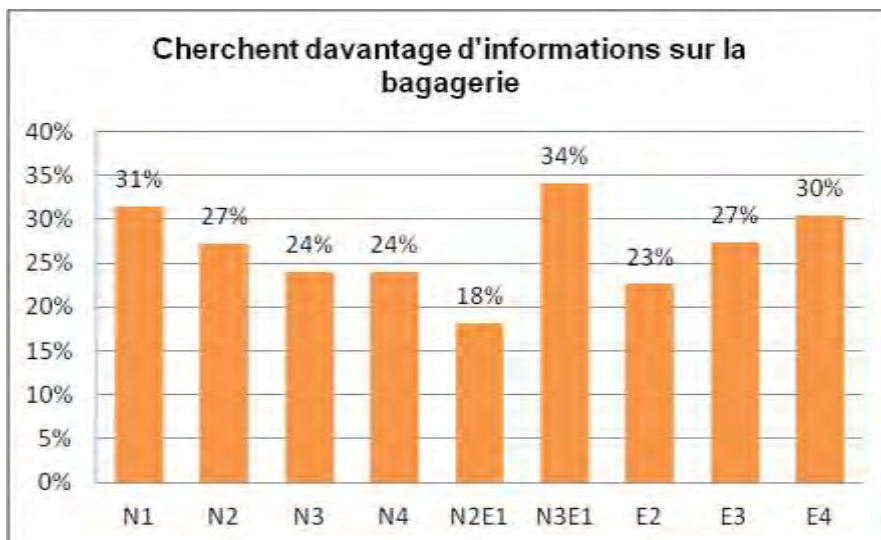
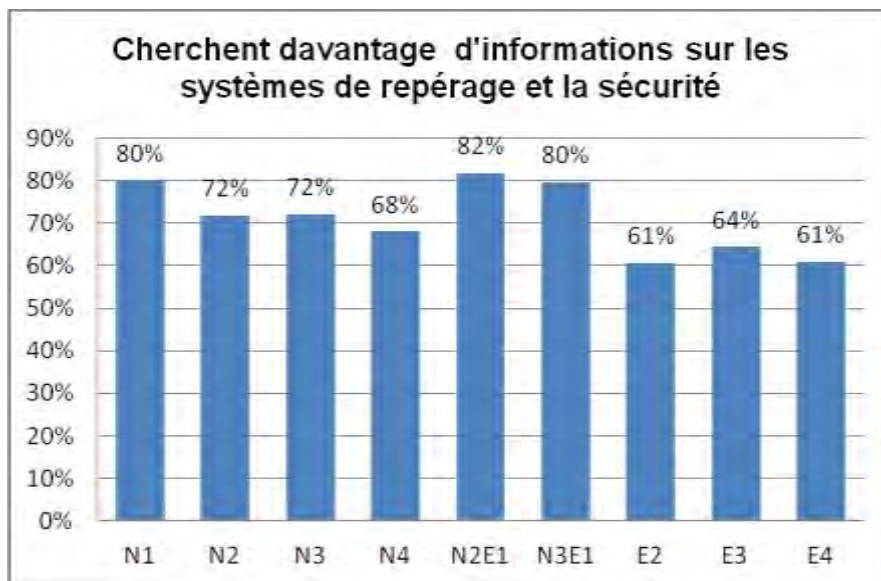
Je plonge le plus souvent en :	eau chaude	13
	eau tempérée	61
	eau froide	26



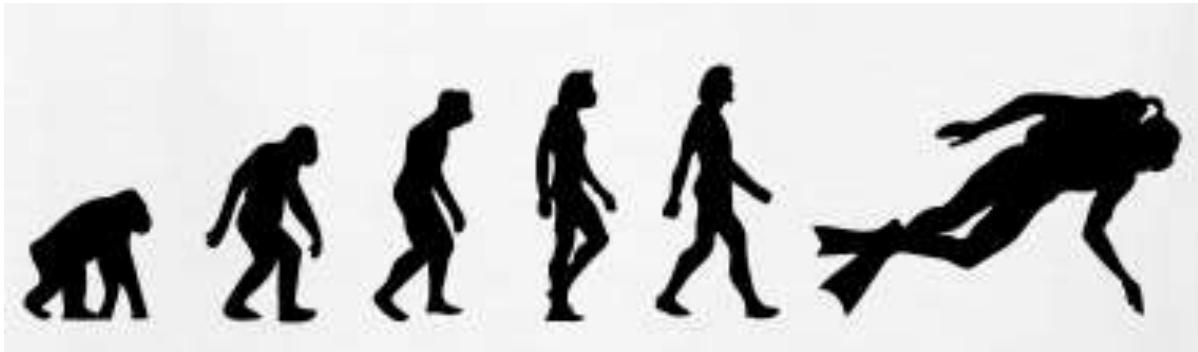
## Matériel de plongée – Réalité du besoin

Quelques graphiques issus de l'enquête me permettent de savoir à qui je m'adresse.





## Evolution du matériel de plongée



### Acteurs et facteurs d'évolution

Si la fabrication des blocs de plongées ne représente que 5 à 8 % du marché des bouteilles, on ne peut s'empêcher d'en déduire l'étroitesse du marché que représente le matériel de plongée. La plongée est un business, avec ses parts de marché, sa compétitivité, ses concurrences. En ces temps où le plongeur préfère s'évader pour plonger, plutôt que de prospecter les magasins, force est de constater que la vente de matériel de plongée est un secteur plutôt difficile.

**L'innovation**, c'est le maître mot qui caractérise tout ce qui gravite autour de l'étude, de la conception et de la fabrication de notre matériel. A en croire les vendeurs, les plongeurs sont de plus en plus attentifs au choix de leur équipement qui doit, plus que jamais, être à la fois adapté à notre pratique et durable. Bien entendu, cette innovation n'est possible qu'en présence d'un réel besoin et peut présenter plusieurs centres d'intérêt. Et pour être plus précis :

- la sécurité,
- le confort,
- la performance,
- l'esthétique,
- le poids
- le coût.

Quels sont les besoins réels des plongeurs ? Ces informations bien souvent recueillies et décryptées par le biais des plongeurs eux mêmes, vendeurs, revendeurs et moniteurs.

Les besoins des plongeurs, voilà ce qui devrait inspirer la composition d'une collection de produits. Des produits utiles et adaptés à la pratique, rien d'autre.

Mais c'est aussi donner envie aux plongeurs d'acheter, et pour ça il faut les étonner et leur proposer du neuf.

### Contraintes d'achat

A en croire les fabricants et les revendeurs, une certaine morosité persiste depuis 4 à 5 ans. Qu'est ce qui se cache derrière cette morosité ?

La crise perdure, et il y a fort à parier que le budget des ménages y est pour quelque chose. On remarquera tout de même que devant une offre plus qu'excessive, devenue de surcroît suffisante, il y a de quoi s'y perdre et rester dans l'expectative.



A moins qu'il ne s'agisse tout simplement d'une désaffection pour le matériel et pas pour la plongée elle-même ? En effet, pourquoi s'alourdir, s'encombrer et risquer les remontrances d'une hôtesse à l'embarquement quand la plupart des clubs de plongée vous équiperont de la tête aux pieds pour quelques euros de plus pendant votre semaine de vacances ?

Pourquoi donc acheter son matériel et le trainer aux quatre coins de la France ?

Parce qu'on est des passionnés et qu'on aime ça !

Disposer de son propre équipement, au-delà du confort offert par un matériel complètement adapté à sa pratique, à sa taille et à ses goûts, c'est aussi manifester sa passion. C'est entretenir sa passion au fil des mois de l'année : ranger son sac en janvier, faire réviser son détendeur en février, squatter les magasins de plongée en mars et peaufiner son équipement en avril c'est déjà un peu comme si on partait plonger en mai, juin ou en juillet. Lorsque l'on se passionne pour quelque chose que l'on n'accomplit pas assez souvent, le reste du temps, on en rêve. Le sac de plongée bien rangé dans un placard est une part de ce rêve, on le voit le matin en prenant sa veste pour aller au bureau, ou le dimanche dans la cave quand on bricole, et on est un plongeur, un vrai.

En 2010 les voyageurs, affichaient complet sur la moitié du planning annuel dès le salon de janvier. Les plongeurs voyagent, prennent l'avion et sont contraints de minimiser le poids de leurs valises. Le poids des bagages limité et imposé par les compagnies aériennes a un impact direct sur le matériel emporté lors des voyages.

Les plongeurs doivent donc faire des choix concernant le matériel qu'ils comptent emporter pour aller plonger et cela se traduit par différents comportements. Bon nombre d'entre eux m'ont confirmé qu'ils louaient la totalité du matériel sur place. D'autres argumentent « un ordinateur coûte le prix d'une seconde semaine de plongée » ou encore « le gilet pèse le poids des souvenirs à rapporter ». Même la combinaison qui semble être un outil personnel ne fait plus l'enthousiasme de ces plongeurs « la combinaison pas encore sèche dégouline sur les fringues le jour du départ ». Autant de contraintes qui découragent les plongeurs d'emporter leur matériel avec eux.

Avec les avancées techniques dans la conception du matériel, la sécurité est maintenant acquise. C'est donc principalement la recherche du confort qui pousse le plongeur à casser sa tirelire. Cependant, malgré la contrainte des bagages et l'investissement, je reste convaincu que d'acheter son matériel reste le seul moyen d'être équipé de façon bien adaptée.



## P'tit tour d'horizon rapide des fabricants et distributeurs

Compte tenu de la grisaille économique que vit l'industrie en générale, la situation est semble-t-il difficile aussi pour les fabricants de matériel de plongée.

Depuis le début des années 2000, on a remarqué qu'avec la montée en puissance de la mondialisation et des stratégies marketing faisant lois, les marques se sont regroupées et ont mis en place des accords de distribution.

Cette nouvelle donne a malheureusement conduit des marques prestigieuses à déposer le bilan (**Ralph Tech 2007**).

Ainsi, sans devenir souveraine, la position du groupe **Aqualung**, ex **Spirotechnique** et filiale de **l'Air Liquide**, continue de dominer le marché. Aqualung possède en propre de nombreuses marques autrefois indépendantes, **Technisub**, **Sea Quest**, **Apeks**, etc. Le groupe distribue **Suunto**, **Sea and Sea**, **Draeger**, une petite gamme **Minolta** en photo numérique et aussi les célèbres vêtements étanches **Northern Divers** et **Whites**.



En 2008 est arrivé un nouveau distributeur, **Sea'mersion** qui rapporte de ce côté de l'Atlantique la marque **Sherwood**.

Les vêtements **Bare**, la gamme **Omer sub** et les valises **Pelican** habitent le même bureau, celui d'**Axess Marketing**.

**Beuchat**, dont la gamme reste indépendante, distribue depuis 2003 les vêtements étanches britanniques **Typhoon**.

**Dacor**, **Sporasub**, et **Mares**, appartiennent au groupe HTM

On observe que seuls **Cressi**, **Océanic**, **Scubapro** et **Poséidon** restent relativement indépendants, la palme revenant, dans ce domaine, à **Cressi** qui est la dernière marque à appartenir en propre à la famille de son créateur.

Des petites (mais grandes par leur savoir faire) entreprises **Topstar**, **Grolleau** (le breton), **Squale CKL** fabricants français de vêtements de plongée loisir et professionnelle restent très compétitifs.

**Ap Diving**, **rEvo** et **VR Technology** assurent les demandes de recycleurs.

L'évolution constante des LED permet au marché du phare d'être en perpétuelle remise en cause, **Subatec**, **Fa&Mi**, **Bersub**, **Greenforce**, **Frogman** et bien d'autres s'emploient à l'amélioration de l'autonomie et la puissance de l'éclairage.

## Les attentes du plongeur consommateur

A l'université mon prof d'éco avait pour habitude de dire : « Les produits se comportent comme des êtres vivants et ont un cycle de vie en quatre phases : « naissance, croissance, maturité et déclin ».



Pour que la phase de maturité soit une phase la plus longue possible il faut que le produit évolue, et que cette évolution soit perceptible. Innover et consolider, c'est en règle générale le refrain continu de la gymnastique industrielle et le domaine de la plongée n'échappe pas à la règle.

La majorité des plongeurs sont des passionnés, rêvant de leur prochaine plongée, le moment que l'on attend avec impatience et que l'on va vivre pleinement. En attendant, le plongeur cherche avidement les vrais nouveaux produits, ceux qui marquent une avancée qui leur rendra leur prochaine plongée encore plus jolie.

Fatigués des dérives marketing qui ont tendance à utiliser à tort et à travers une technologie aussi galopante que coûteuse, les plongeurs, ultimes arbitres de la chaîne commerciale, veulent disposer du meilleur de la technique à des prix abordables. Reste à trouver les moyens, afin que les prix restent compétitifs sur un marché aussi étroit pour que les professionnels en vivent sans décourager le client.

## Les produits

Fait certain, pour réaliser nos incursions sous - marines la pratique de notre activité appelle à l'utilisation d'équipements spécifiques. Ceux-ci peuvent être classifiés en plusieurs groupes :

- La vision (les masques et l'éclairage)
- La respiration (les tubas, le bloc et robinetterie, les détendeurs, les recycleurs)
- L'équilibrage (les gilets de stabilisations)
- Le déplacement (les palmes)
- La protection thermique (shortys, combinaison et gants)
- L'électronique (ordinateur)

## Les critères d'évolution (l'exemple du gilet fait preuve)

### La sécurité

Dans les années cinquante, les bouées collerettes sont inventées pour l'évacuation en urgence des sous-marinières. Les plongeurs les adoptent dans un premier temps pour remonter rapidement vers la surface en cas d'incident. Puis elles se perfectionnent après 1960, notamment sous l'impulsion de la célèbre société de Monsieur Maurice Fenzy, qui réalise ses premières bouées destinées à la Marine Nationale en 1961, les PA 61 (précisons que PA voulait dire « plongeur autonome » et non « parachute ascensionnel »).

S'équilibrer sous l'eau au moyen d'un tuyau annelé et d'un petit embout apportera un confort considérable.

L'arrivée du « Direct System » dans les années soixante-dix va s'imposer, même si certains préfèrent encore gonfler à la bouche pour économiser du gaz ! Il est à noter que la respiration sur le gilet n'est plus enseignée dans le cadre fédéral.

La fameuse petite bouteille de 0,4 litre qui servait à gonfler la bouée disparaît peu à peu.

A cette époque, Scubapro innove avec le « Control Pack » (l'ancêtre de la wing). La bouée en forme de fer à cheval de chaque côté du bloc est solidaire du back-pack du bloc bouteille. Vers 1978, apparaît le gilet de remontée ou « Stabilizing jacket » qui s'imposera partout. Ainsi le plongeur dispose d'un élément matériel nouveau améliorant sa sécurité individuelle et collective. Permettre au plongeur de réagir rapidement dans des conditions variables et lui fournir une poussée suffisante, telles sont les fonctions de sécurité primordiales d'un gilet.



Un système de dégonflage composé de 3 purges permet au plongeur de purger l'air, quelle que soit sa position sous l'eau. Dans la mesure où les plongeurs ne sont pas toujours en position verticale lorsqu'ils doivent purger leurs gilets, nombreux modèles de gilets possèdent plusieurs soupapes de purge à différents emplacements : sur l'épaule droite, avec une lanière facile à trouver ; sur l'épaule gauche, intégrée au tuyau annelé ; et une à l'arrière au niveau de la taille, pour un plongeur en position tête en bas.

### **Le confort**

Il est loin le temps des positions inconfortables et de la sensation d'oppression qu'apportait la bouée collerette une fois gonflée. Elle est révolue la sensation d'inconfort d'une sous-cutale trop tendue au niveau de l'entre jambe. Le gilet actuel est considéré comme un équipement qui marie le confort et la performance.

Maintenant, muni d'un direct system et de purges dites rapides, à la fois enveloppant, avec des sangles réglables et ajustables à la morphologie du plongeur. Il a subi de nombreuses évolutions ayant toujours pour objectif d'améliorer le confort du plongeur tout en maintenant sa sécurité.

Pour se rendre compte à quel point les mentalités ont évolué, il suffit de voir quels sont les arguments de vente désormais mis en avant : gilet confortable répartissant la lourde charge de la bouteille de manière équilibrée au niveau des hanches, loin de la poitrine et des épaules, molletonné à l'intérieur, s'ajuste parfaitement au corps du plongeur pour réduire la résistance au déplacement, sans aucune gêne autour des épaules et de la taille, poches de lest arrière plates pour améliorer l'équilibre et le contrôle etc.

Le résultat est paradoxal : les possibilités de sauvetage offertes par le gilet sont occultées par son aspect pratique. Pourtant, il demeure néanmoins un formidable outil de sécurité, sans doute le plus important de la panoplie du plongeur.

## La performance

Trouver l'équilibre parfait, permettre au plongeur de réagir rapidement dans des conditions variables et lui fournir une poussée suffisante : telles sont les fonctions de sécurité primordiales d'un gilet.

De la bouée au gilet les performances n'ont cessé d'évoluer en prenant en considération : la vitesse de gonflage, l'ergonomie, les volumes, les purges, les poids et encombrements (voyage oblige) etc.

Hier le choix d'une bouée était simple compte tenu du nombre de modèles que proposait le marché. Aujourd'hui, c'est beaucoup plus complexe de s'y retrouver parmi des systèmes en tous genres :

- Des coupes hydrodynamiques.
- Des systèmes de largage rapide.
- Des confections de stab adaptées au public féminin.
- Des poches latérales extensibles élastiques.
- Des poches de lest arrière.
- Des boucles de bretelles renforcées d'anneaux d'accrochage.
- Des tailles allant du XXS au XXL
- Etc.

## La longévité

La bouée collerette, de par ses origines était complètement indépendante du bloc. Le gilet en revanche encaisse le poids de la bouteille et dans la plupart des cas le poids du lest largable. Pour cette raison il possède presque systématiquement un back pack. Cette pièce réalisée généralement en plastique moulé est l'interface mécanique entre le bloc et le gilet.

Inutile de mentionner les épreuves que subissent les stabs et compte tenu des maltraitances (involontaires) qui leurs sont infligées, les fabricants ont redoublé d'ingéniosité. Les gilets sont devenus au fil du temps très résistants à la perforation et à l'abrasion, et ont permis de porter des blocs de plus en plus lourds. Des renforts, des associations de matériaux, des qualités de tissus, des techniques de collage et soudage ont été élaborées pour répondre à un cahier des charges de plus en plus sévère. Exercice d'autant plus difficile qu'il faut aussi veiller à ne pas compromettre la longévité et le confort.

## La technologie

L'ordinateur de plongée est l'équipement qui a le plus profité des innovations technologiques apportées par l'électronique. Mais restons sur l'exemple du gilet.

Le gilet a connu plusieurs évolutions : de la bouée collerette au gilet stabilisateur, du gonflage buccal au Direct Système en passant par la petite bouteille de gonflage. C'est l'élément en plongée qui a connu la plus grande évolution au fil des années et de la pratique.

Au départ le gilet était intégral, puis il est devenu réglable avec un volume interrompu au niveau des bretelles. Il est ensuite devenu dorsal en

Système « Airtrim »





démocratisant ce procédé qui était jusqu'alors l'exclusivité de la plongée Tek.

Par la suite, sont apparus des gilets le concept « du tout intégré » : des « Hubs » qui proposent une solution globale à l'équipement technique du plongeur (à la fois, gilet, détendeurs, Octopus et instrumentation).

L'Airtrim de chez Mares propose un groupe de commandes pneumatiques dont la position des boutons d'inflateur et de purge permet au plongeur de remplir et de vider son gilet d'une seule main.

Il existe aussi maintenant des systèmes de sangle de fixation de bouteille à tension pneumatique.

Pour la plongée Tek, les stabs deviennent modulables et se composent comme un jeu de mécano. Le plongeur a le choix sur tous les paramètres de réglage de sa stab, et construit son équipement en fonction de ses besoins.

A ce jour les critères de poids sont pris très sérieusement en considération, ainsi les techniques de fabrication adhèrent à la logique du marché du plongeur « voyageur ».

### **L'esthétisme**

Il n'y a encore pas si longtemps, il était quasiment impossible de distinguer sous l'eau (voire sur le bateau) un plongeur parmi les autres. En immersion, Les échanges de plongeurs au sein de différentes palanquées étaient courants. Effectivement, comment reconnaître sa palanquée lorsque toutes les combinaisons sont de même couleur ? Lorsque les palmes et masques sont tous noirs, lorsque les bouées collerettes sont toutes orange et les gilets tous de couleur sombre ? Il faut avouer que le guide de palanquée avait de quoi « S'emmêler les pincesaux » et ne pas retrouver ses petits tant l'équipement des plongeurs était identique.

Avec la démocratisation de l'activité, et une volonté de rendre notre passion accessible à tous, les fabricants de matériel se sont mis de plus en plus à innover aussi dans cette optique.

Au-delà de l'aspect esthétique d'apporter des touches de couleur sur les équipements des plongeurs, cela devient aussi un élément de sécurité de pouvoir identifier chacun des plongeurs de sa palanquée sur le bateau mais aussi sous l'eau.

L'enfant n'est pas un adulte en réduction et sa morphologie fragile a été un facteur déterminant dans le choix et l'adaptation du matériel de plongée. Les fabricants l'ont bien perçu et ont développé du matériel, moins lourd, sous-dimensionné et ont mis un point d'honneur sur l'ergonomie. Sans doute reste-t-il du chemin à parcourir mais on peut déjà se rassurer de ne plus voir des enfants réaliser des baptêmes de plongées en scaphandre avec du matériel conçu pour les adultes.

La plongée au féminin, a apporté aussi son lot de spécificités, coupes, couleurs ergonomie.... Ainsi, cette avancée commerciale a permis de susciter l'intérêt d'un public traditionnellement présenté comme sensible aux apparences esthétiques.

Cette avancée commerciale va aussi dans le sens des adhérent(e)s. En effet, la discipline réservée historiquement aux hommes bien virils s'est démocratisée à un public féminin qui a des attentes particulières en termes de confort et d'ergonomie. Les innovations techniques proposées par les fabricants rendent la plongée plus accessible aux femmes avec des gilets prenant en compte leurs particularités anatomiques: coupes plus courtes au niveau des hanches pour faciliter les déplacements, ouverture plus larges sur les épaules, suppression de la sangle

pectorale, renforts en mousse à la poitrine pour ne citer que ces principaux exemples.

## **Les normes : La Directive Européenne 89/686 CEE**

Notre matériel de plongée n'y échappe pas. Il est lui aussi soumis à une réglementation rigoureuse imposée par une normalisation européenne. Ainsi la mise en application obligatoire au 01 juillet 1995 de la Directive européenne 89/686 CEE couvrant les Equipements de Protection Individuelle (EPI) a permis une amélioration du matériel de plongée.

A noter que cette directive a pour but de fixer les conditions de leur mise sur le marché, de leur libre circulation et les exigences essentielles auxquelles les EPI doivent satisfaire en vue de préserver la santé et la sécurité des utilisateurs. Elle couvre les Equipements de Protection Individuelle à usage professionnel, sportif ou de loisirs (exemples : appareils de protection respiratoire filtrants qui protègent contre les aérosols solides ou liquides ou les gaz dangereux ou radiotoxiques, appareils de plongée, équipements de protection individuelle destinés à protéger contre les chutes de hauteur ; lunettes de protection solaire, etc.).

Depuis 1990, la FFESSM participe à l'élaboration des normes relatives au matériel utilisé pour la pratique de la plongée subaquatique. Ces normes sont révisées tous les 5 ans et permettent aux fabricants de guider la conception des produits. C'est aussi un moyen de faire valoir la présomption de conformité aux directives européennes.

Site AFNOR : <http://www.afnor.fr>

## **Pourquoi le marquage « CE » ?**

Le marquage « CE » a été créé dans le cadre de la législation d'harmonisation technique européenne. Il est obligatoire pour tous les produits couverts par une ou plusieurs directives européennes qui le prévoient explicitement. Il confère aux produits concernés le droit de libre circulation sur l'ensemble du territoire de l'Union Européenne.

Pour apposer le marquage « CE » sur son produit, le fabricant doit réaliser, ou faire réaliser, des contrôles et essais qui assurent la conformité du produit aux exigences essentielles, notamment de santé et de sécurité, définies dans la ou les directives concernées.

Le marquage « CE » n'est pas une marque de certification ni une indication de l'origine géographique du produit. Obligatoire et de nature réglementaire, il est l'engagement visible du fabricant que son produit respecte la législation européenne. Malheureusement, il est tout de même à déplorer que près de la moitié des recycleurs commercialisés « sous le manteau » en sont dépourvus.

Les appareils à gaz et les équipements de protection individuelle (EPI) à usage sportif et de loisir, ou leurs emballages, doivent porter le marquage „CE” qui atteste de leur conformité aux exigences essentielles de santé, de sécurité, et/ou de protection et accompagnés de document, notamment de déclaration CE de conformité qui précise par quel moyen le fabricant ou l'importateur s'est assuré de cette conformité.

## Il existe 3 catégories d'EPI :

### Les EPI 1 destinés aux risques mineurs

(Hygiène, blessure superficielle, exemple : masques de plongée, tubas...).

Le fabricant procède à une auto-certification CE. Il déclare que l'exemplaire neuf est conforme aux exigences de la directive.



### Les EPI 2 destinés aux risques intermédiaires

(Mécaniques, thermiques, chimiques, exemple : combinaisons de plongée, gant, SGS, profondimètre ...).

Le fabricant fait une demande d'examen CE, accompagnée du dossier technique de l'EPI auprès d'un laboratoire notifié, qui procède à une série d'essais et à l'étude du dossier. Ces EPI doivent porter le marquage „CE” suivi de l'année de fabrication.

### Les EPI 3 destinés aux risques majeurs

(Mortels ou irréversibles pour la santé, exemple : détendeurs de plongée..).

Le fabricant, en supplément de la catégorie précédente, doit maîtriser et contrôler sa fabrication.

Les produits ainsi certifiés portent le marquage CE avec une note d'information indiquant le fabricant, les instructions de stockage, d'emploi, d'entretien...

## Importation de matériel ?

L'achat de matériel est grandement facilité par les outils que nous propose Internet et nos achats en ligne dépassent bien souvent les frontières de la communauté européenne. Dans ce cas il nous appartient de veiller à ce que le matériel acheté soit en conformité avec les normes CE de la même manière que le matériel acheté en Europe.

Attention aussi à la contrefaçon qui touche de plus en plus différents secteurs d'activités y compris le matériel de plongée sous - marine...

## Le moniteur devant les normes

Et le moniteur dans tout ça ? Est-il concerné par cette évolution du cadre réglementaire qui touche le matériel de plongée ?

Fait certain, la pratique de la plongée comporte des risques. Généralement le plongeur recourt aux services d'un moniteur, en faisant confiance à celui, qui, par son expérience et ses connaissances techniques, en a accepté la responsabilité.

Qu'il s'agisse d'un bénévole ou d'un professionnel rémunéré, des obligations sans équivoques lui incombent. Ainsi, sa responsabilité est engagée si par négligence, absence de précaution, ou lors d'une mauvaise évaluation du risque un préjudice est causé au plongeur encadré.

Prenons un exemple : Le Guide de palanquée ne s'attarde pas sur le détendeur récent, mais hors norme CE (*la norme NF EN 250 s'applique aux appareils*

## Matériel de plongée – Réalité du besoin

*respiratoires de plongée autonome à l'air comprimé et à circuit ouvert*), que vient d'acheter en Asie un plongeur de sa palanquée. Le moniteur par manque de vigilance par rapport à la réglementation spécifique que présente ce type d'EPI (catégorie 3) engage sa responsabilité.

En plus de l'entretien du matériel club. Il est obligatoire de mettre à disposition des adhérents des établissements APS (Activités Physiques et Sportives) du matériel en conformité avec les normes en vigueur que ce soit gratuit ou non.

Un travail d'information dans un objectif préventif est donc à réaliser en amont réunissant cadres et responsables des clubs proposant des prêts ou locations matériel.

Un travail d'information dans un objectif préventif est à réaliser par le moniteur lors de la délivrance de la qualification niveau 5.

Confronté à cette évolution du matériel et des nouveautés présentes sur le marché mondial, le moniteur de plongée doit s'adapter et actualiser ses connaissances théoriques, puis intégrer dans son enseignement de nouvelles pratiques techniques tenant compte de cette évolution.

Ceci commence par adapter son propre matériel à l'activité, car il ne faut pas oublier que le moniteur est souvent représenté comme étant « la référence » du plongeur.

Un « juste milieu » devrait suffire.

Ni trop antique, ni trop moderniste, afin de se positionner au niveau de son public et de ne pas l'embrouiller sur le côté pédagogique.

Néanmoins hors enseignement, respectons la nostalgie de certains plongeurs pour qui l'équipement de plongée « d'antan » reste indémodable. Matériel qui après de nombreuses années reste opérationnel et a fait ses preuves sur le terrain.



## LES BOUTEILLES DE PLONGÉE

### Un p'tit tour d'horizon



Bien que le fluide respiratoire qu'elle contient ne soit pas constitué que d'oxygène, les novices l'appellent bouteille d'oxygène.

Dans le jargon des plongeurs, cet équipement est appelé « bloc ».

Si l'usage du scaphandre autonome a délivré le plongeur de tout lien avec la surface, il est toujours obligé d'emporter avec lui sa réserve d'air respirable. Depuis les années 20

(1926), date de la création des premiers scaphandres autonomes, ces blocs de plongée n'ont que très peu évolués. Certes les techniques de fabrication se sont considérablement développées, mais contrairement à l'aspect technique c'est au travers de plusieurs accidents constatés dès 1984 que la législation c'est vu renforcée, et à vu naître auprès des fabricants et des exploitants une législation de plus en plus rigoureuse.

<http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/pressure-and-gas/documents/ped/>

Aucun des fabricants de matériel connus du grand public ne produit des bouteilles de plongée. Ils procèdent tout au plus à l'assemblage des différents éléments fabriqués par des sous-traitants.

Une dizaine de fabricants de bouteilles, en acier ou en alliage d'aluminium, sont recensés en Europe. Si on excepte des réalisations encore expérimentales comme celles en fibres de carbone, la production des bouteilles fait appel à des techniques de production industrielle lourdes et des contrôles loin d'être simples.

Les fabricants libres du choix des matériaux, des techniques de mise en œuvre, des dimensions et épaisseurs de toile sont néanmoins hautement surveillés.

En effet, la conception, la fabrication et le contrôle en usine est réalisé sous la surveillance d'organismes notifiés auprès de la commission européenne pour la directive appareil à pression. Ces organismes sont par exemple le Bureau Veritas, le Lloyd's (Anglaise) ou les TUV (allemande).

Ce contrôle comprend notamment le respect de normes de





fabrication, une épreuve hydraulique avant la mise en service et une requalification régulière. En France, conformément à l'arrêté du 15 mars 2000, elle doit avoir lieu tous les 2 ans pour les particuliers et tous les 5 ans pour les clubs si elles subissent une vérification visuelle annuelle d'un Technicien d'inspection visuel (TIV).

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/internal\\_market/single\\_market\\_for\\_goods/technical\\_harmonisation/l21018\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/technical_harmonisation/l21018_fr.htm)

Le respect de la réglementation et les nécessités du contrôle entraînent une série d'indications poinçonnées sur le col de la bouteille qui constituent sa "carte d'identité"



- Nom du fabricant
- Numéro de série
- Matière : acier ou aluminium
- Désignation du gaz contenu : air, oxygène, mélange, etc.
- Poids à vide en kg
- Volume intérieur dit volume en eau (capacité)
- Date de fabrication
- Pression de chargement ou pression de service exprimée en bar
- Pression de ré-épreuve à 15 °C exprimée en bar
- Date de ré-épreuve
- Poinçon de l'organisme vérificateur.

### A ce jour .... Constat

Les bouteilles d'utilisation courante sont en acier faiblement allié chrome-molybdène (34 Cr Mo 4) ou en alliage d'aluminium au magnésium-silicium (EN AW-6061 T6).

Certains blocs allient deux concepts et sont constitués d'une bouteille alu, renforcé par un épais bobinage de carbone et de fibre de verre imprégné puis ré-enduit de résine époxy. Cette association permet une diminution de l'épaisseur de la partie métallique et une baisse du poids (30 %).

Le carbone assure une résistance du bloc pouvant être gonflé jusqu'à 345 bars, tout en n'imposant aucune contrainte législative supérieure à celle des blocs aciers.



<http://www.wthg.at/fr/menu270/>

Enfin Il existe aussi des blocs entièrement composites mais destinés plus particulièrement à la plongée professionnelle. Notons tout de même que ce type de bloc à tout de même l'avantage de réduire de presque 50 % le poids de la bouteille par rapport aux bouteilles en acier et limite substantiellement la charge qui pèse sur le dos du plongeur lorsqu'il est hors de l'eau.



Si les bouteilles que l'on connaît aujourd'hui ont encore de beaux jours devant elles, robinetteries et détendeurs doivent s'adapter à des pressions de service de plus en plus élevées. Et c'est sans trop de difficultés que la plupart des grands fabricants ont dorés et déjà conçus leurs détendeurs afin qu'ils fonctionnent avec une pression de service de 300 bars. L'adaptation aux normes DIN, restant la seule à supporter des pressions aussi élevées.

## La fabrication de nos blocs

Sachez que la plongée ne représente que 5 à 8 % du marché des blocs.

L'anatomie d'un bloc comporte 4 zones distinctes : le col, l'ogive, le fut, le cul. Ce dernier, sur les blocs en acier se voit souvent gainé d'un culot en PVC afin qu'il possède une assise verticale. Les blocs alu quant à eux présentent un fond plat.

Il existe trois types de procédés pour la fabrication des bouteilles. A la base les techniques de mise en œuvre restent les mêmes. Certains fabricants ont privilégié des techniques de production entièrement automatisées d'autres restants en production de type semi artisanal.

<http://www.luxfercylinders.com/about/>

<http://www.smgerzat.com/>

La société Roth élabore ces fûts à partir d'**ébauche cylindrique en acier** et utilise un procédé de « fluotournage à chaud » pour finaliser le cul et le col de la bouteille. Ce procédé conduit à des fonds dont l'épaisseur est en général comprise entre 2 et 3 fois l'épaisseur de la paroi.



Les sociétés Mannesmann (anciennement IWKA), Faber en Italie et Worthington en Autriche utilisent des flasques circulaires qui subissent après traitement de surface (phosphatation) des déformations sous un effort de compression entre poinçon et une matrice. Ce procédé induit des difficultés à obtenir des pièces avec des fonds dont l'épaisseur est supérieure à l'épaisseur de la paroi. Le col est finalisé par fluotournage.



Flasques circulaires



Compression entre poinçon et matrice



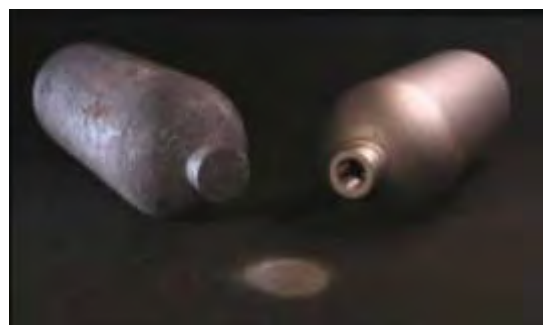
Fluotournage du col



Traitement thermique



Taraudage de l'ogive



Grenailage



Contrôle



Gravage

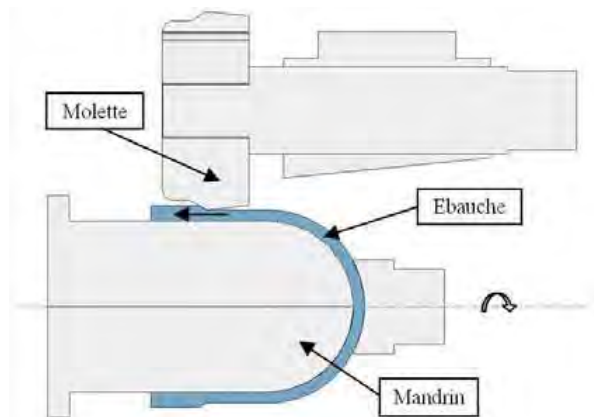




Un troisième procédé consiste à partir d'une billette d'acier ou d'aluminium mise en forme sous presse de 2000 tonnes après chauffage à une température de 1200°C pour l'acier ou à froid pour l'aluminium. Ce procédé conduit à des bouteilles dont le fond est sensiblement plus épais que ceux obtenus à partir de tôle et donc à des bouteilles plus lourdes. Les cols sont finalisés par fluotournage à chaud ou à froid.

### Le fluotournage qué za quo ?

Le fluotournage consiste en la déformation plastique de métaux entre un mandrin et une ou plusieurs molettes, entre lesquels la matière « s'écoule », d'où son nom. Ce principe, qui s'apparente à la technique du potier, est connu depuis longtemps, mais mécanisé seulement depuis les années 1950. Il se différencie du repoussage par le fait qu'il entraîne une réduction d'épaisseur, alors que le repoussage se fait à épaisseur constante. Ce procédé peut être réalisé à froid ou à chaud, selon les métaux utilisés.



## Les finitions

Vous reconnaissez au premier coup d'œil la marque d'une bouteille grâce à sa couleur. Si la peinture fait partie de son look, elle contribue également à la protection contre la corrosion. Pour en arriver là, la bouteille a subi un grenailage afin de débarrasser sa surface extérieure des traces d'oxydation consécutives au traitement thermique.

Ce grenailage avive la surface, créant une légère rugosité favorable à l'accrochage du revêtement anticorrosion. Le plus courant des revêtements est le shoppage, opération qui consiste à projeter du zinc en fusion sur la surface. Cette métallisation au zinc est parfois utilisée en substitution à la galvanisation.



L'épaisseur déposée varie suivant le constructeur, comme d'ailleurs pour les entreprises qui reconditionnent les bouteilles à l'occasion des requalifications. Les épaisseurs rencontrées sont comprises entre 40 et 120 microns.

L'épaisseur nécessaire pour la bonne protection d'un appareil exposé en permanence aux embruns est de 120 microns. Compte tenu de l'utilisation des

bouteilles, une épaisseur de 80 microns est considérée comme suffisante. Pour limiter la dissolution du zinc, celui-ci est recouvert d'une couche de peinture d'apprêt. La couche finale, peinture polyuréthane bi-composants cuite au four, termine la protection.

## Choisir sa bouteille

Un grand nombre de critères entre en jeu :

- Matériau constituant.
- Volume (ou l'autonomie recherchée).
- Poids.
- Robinetterie.
- Dimensions.
- Objectifs d'utilisation.
- Enfin et ce n'est pas le moindre : le coût.

Première chose à faire : déterminer ses besoins. Et tout d'abord avons-nous réellement besoin d'un bloc ? C'est un investissement non négligeable, il faut le stocker, l'entretenir, le requalifier etc. Si l'on plonge 15 jours en été plus une semaine sous les tropiques, l'achat peut être discutable. Un bloc d'occasion récemment requalifié ou la location sont souvent préférables.

## Aluminium ou acier ?

S'il est bien entretenu le bloc en acier possède une excellente résistance mécanique, un rapport poids-performance satisfaisant ainsi qu'une longue durée de vie. Son principal défaut est sa faible résistance à la corrosion.

Les blocs en alliage d'aluminium ont une meilleure résistance à la corrosion sous certaines conditions et sont un peu plus légers. Mais leur encombrement est supérieur à capacité égale. Notons que l'épaisseur d'aluminium nécessaire au maintien du taux de contrainte conduit, à avoir un bloc aluminium de 10 litres à la taille d'un bloc acier de 12 litres. C'est pour cette raison que souvent, les bouteilles en aluminium présentent, en fin de plongée, une flottabilité positive difficile à compenser.



Notons enfin que depuis le retrait des blocs en alliage d'aluminium AA5283 la durée de vie du bloc alu, limitée à 10 ans s'est vue ramenée à celle d'un bloc acier, à condition d'être correctement entretenu et requalifié.

Le principal argument des adeptes du bloc alu est donc sa meilleure résistance à l'oxydation. Entendu que si de l'eau de mer pénètre à l'intérieur d'un bloc acier, la corrosion peut être très rapide et réduire considérablement l'épaisseur du métal.

Cet avantage est incontestable sous des climats tropicaux humides où les filtres décanteurs des compresseurs n'arrivent plus à éliminer l'humidité de l'air ambiant, il est moins sensible chez nous.

A l'opposé, les partisans du bloc acier reprochent à l'alu son coefficient de dilatation, un vieillissement prématuré et des problèmes d'électrolyse. Mais les effets du phénomène d'électrolyse sont négligeables si la robinetterie est soigneusement chromée, le filetage bien graissé et si le contact avec des pièces inox est isolé. De plus, la formation d'alumine contribue à accroître sa résistance à la corrosion.

## Bloc aluminium et lestage

Adeptes des plongées mers chaudes, Egypte, Maldives, etc. ou si vous vous prévoyez d'y aller pour la première fois, attention les blocs avec lesquels vous aller plonger sont très souvent en aluminium. Eh oui c'est très corrosif l'Egypte (surtout en ce moment). Les blocs sont généralement d'une capacité de 10 et 12 litres. Comme vu précédemment la résistance mécanique de l'aluminium étant moindre que celle de l'acier, les épaisseurs de parois sont augmentées. Dès lors ils possèdent un volume externe plus important et le principe d'Archimède étant au rendez-vous, ils affichent un poids apparent très faible.

Il n'est pas exceptionnel de voir flotter en surface des bouteilles alu, lorsqu'elles sont quasi vides. Flottabilité positive qui de surcroît est favorisée par une salinité de l'eau de mer accentuée.

Du coup votre lestage affiné dans nos eaux territoriales devrait se voir augmenté.

Un plongeur à vêtement équivalent qui utilise 4 kg en Méditerranée aura besoin de 8 kg (ou plus) en mer Rouge. Dès la première plongée, pensez-y, quitte à réduire votre lestage quand vous aurez pris vos marques. Ce lestage particulier a aussi une influence importante sur votre équilibre dans l'eau. La flottabilité des blocs, d'une part, la position des plombs, d'autre part, ont tendance à verrouiller le plongeur sur le ventre, quand il ne se retrouve pas les fesses en l'air ! il devient difficile de se tenir debout dans l'eau. Vous pouvez remédier à ce petit problème de plusieurs manières:



- Les plombs de chevilles permettent d'alourdir les jambes, mais il faut les emporter avec vous;
- A l'aide d'une sangle de maintien du bloc sur le gilet, vous pouvez lester le bas de votre bloc de 1 ou 2 kg. C'est une méthode très efficace pour rétablir l'équilibre, mais il faut disposer d'une sangle avec boucle de serrage. Une simple ceinture ne suffit pas, elle glisse. Pour les bricoleurs spéléos reconvertis, vous pouvez la bloquer avec un bracelet de chambre à air ;
- Si vous utilisez un gilet avec lestage intégré, les différents modèles ont, en plus des poches largables, deux logements fixes pour un pré lestage placé sur l'arrière de l'enveloppe. Utilisez-les. Un peu de plombs dans le dos rééquilibre le plongeur ;
- Avec une ceinture classique ou une ceinture à poches, prenez soin de placer des plombs sur l'arrière de la ceinture.

### Le volume ou l'autonomie recherchée

Pour la même contenance, une bouteille longue et étroite sera plus légère qu'une bouteille courte et ventrue.

L'accroissement de la pression d'utilisation est un avantage décisif. Ainsi un bloc de 12 l à 300 b contient 3.600 l d'air, soit une autonomie supérieure à celle d'un bloc de 15 l à 200 b ou identique à celle d'un bi de 2 x 9 l à 176 b. Le poids sera supérieur à celui d'un mono de 12 l, mais l'encombrement sera sensiblement identique. Intéressant non ?

La pression d'utilisation des blocs est passée de 150 à 176 b puis à 200 b aujourd'hui (avec des modèles à 250 ou 300 b). Les capacités les plus courantes sont: 4, 6, 7, 10, 12, 15, et 18 l à 232 b. On trouve également des blocs acier de 9 l à 176 b, le plus souvent utilisés en configuration bi-bouteilles, des blocs alu de 10 l à 200 ou 250 b ou encore des bouteilles de 7 l à 300 b.

Le bloc de 4, 6 ou 7 l à 200 b (le "biberon") est tout indiqué pour les enfants.

Le 7 l à 300 b offre une autonomie supérieure pour un faible encombrement. Il a les mêmes utilisations que ci-dessus mais est surtout apprécié par les spéléos en configuration bi voire tri-bouteilles pour des plongées de reconnaissance en fond de gouffre. Excellent compromis entre autonomie et encombrement.





Le bloc acier 10 l à 200 b, peu utilisé, est relativement bien indiqué pour les plongeurs de petit gabarit. Peu encombrant, il offre aux femmes une autonomie presque analogue à un 12 l. Déjà marginal chez nous, il risque de le devenir davantage avec l'apparition du 12 litres compact. C'est pourtant un bon rapport poids-autonomie pour la plongée sans prétention. Le 10 l alu à 200 b est en revanche fréquent dans nombre de centres de plongée tropicaux. Sa capacité est suffisante en mer chaude où l'on consomme moins d'air.



Les blocs 12 l à 200 b sont les "standards" des clubs ou pour la plongée tranquille à profondeur modérée. Autonomie suffisante pour une balade de 20-30 mn à 30 m avec les paliers correspondants. Les moins gourmands l'utilisent également pour des plongées plus profondes de courte durée. La version compact, plus courte et d'un diamètre supérieur, correspond bien à une utilisation avec gilet et pour des plongeurs de petite taille. Alternative au 12 l acier à 200 b, le bloc alu 10 l à 250 b qui offre une autonomie sensiblement identique mais... en alu !

Avec le 15 l à 200 b, on attaque les grosses capacités. Il tend à devenir le standard des plongeurs autonomes et des moniteurs en raison de son excellent rapport poids-encombrement-autonomie. Il remplace de plus en plus le bi 2 x 9 l à 176 b. C'est le bloc passe-partout : plongées profondes ou longues par petits fonds. Certains lui reprochent son embonpoint et sa tendance à rouler sur le dos, même avec un gilet.

Le 18 l à 232 b est le plus gros du marché. Il reste relativement peu utilisé. Bloc de grosse capacité, lourd et encombrant, c'est l'alternative au bi pour les plongées profondes.

Toujours est-il que l'autonomie d'un bloc peut être calculée en connaissant sa capacité, sa pression de service et la consommation du plongeur à une profondeur fixée.

Il est admis que la consommation d'un plongeur est d'environ 20 l/mn en surface. Elle sera donc de 80 l/mn à 30 m.

Ainsi, avec un bloc de 12 l à 200 b, on aura une autonomie d'environ 23 mn à 30 m en tenant compte d'une réserve de 50 b  
(12 l X 150 b = 1.800 l d'air disponible 1.800 : 80 l/mn = 23 mn).

Attention: la consommation peut varier de manière très sensible d'un plongeur à l'autre et selon les circonstances.

### Monobloc ou bi-bouteilles ?

Tous ces blocs peuvent également être utilisés en configuration bi-bouteille:

Les bi 2 x 4 ou 2 x 6 l ne sont pas utilisés. Seul le bi 2 x 7 l à 300 b est parfois adopté.

Le bi 2 x 9 l à 176 b résiste encore au mono 15 l à 200 b. A capacité sensiblement égale et malgré un coût de requalification supérieur, il garde la préférence de nombreux plongeurs en raison de sa grande stabilité sur le dos. Bon compromis entre autonomie et confort.

Avec le 2 x 10 l on entre dans le domaine des gros cubes ! Très apprécié par Allemands, Suisses ou Italiens, il est peu courant chez nous. Il offre une autonomie respectable au prix d'un poids non négligeable mais présente une marge de sécurité plus importante qu'un mono de 15 l ou qu'un bi 2 x 9 l pour des plongées "sérieuses".

Le bi 2 x 12 l à 200 ou 232 bars est encore plus lourd mais garde la confiance des plongeurs Tek qui apprécient sa grande capacité pour des plongées profondes. Une autre alternative est celle du bi carbone 2 x 10 l ou 2 x 12 l à 300 bars.

Les 2 x 15 ou 2 x 18 l ne sont cités qu'à titre anecdotique en raison de leur poids à la limite du raisonnable. Ils ne sont guère utilisés que par les plongeurs Tek ou par les spéléos.

On notera tout de même la possibilité de raccorder le bi bouteille avec une barre d'accouplement et robinet d'isolation central, dont le principe est de pouvoir gérer une perte de gaz inopiné dans l'une des deux bouteilles, sans pour autant perdre la totalité du gaz.



### La robinetterie

Le choix de la double robinetterie s'impose pour les encadrants, les normes de sécurité en vigueur rappelle l'obligation au guide de palanquée de disposer de 2 détendeurs indépendants. C'est aussi un choix de sécurité pour les plongeurs autonomes. En effet, la possibilité de pouvoir fermer le côté du détendeur qui fuit en cas de givrage ou d'un joint défailant les rendra certainement plus serein. Vous aurez alors une quinzaine de secondes pour agir, pour ne pas perdre la moitié de votre air.



La bouteille est le plus souvent livrée nue avec une robinetterie simple.

Il est à noter que si vous optez pour une robinetterie modulaire, vous gardez la possibilité par la suite de rajouter une seconde sortie ou de pouvoir transformer deux monoblocs en un bi-bouteille.

## DIN ou étrier ?

Il existe deux types de connexion/robinetterie du bloc. Le système dit « à étrier » et le système « DIN » (Deutsch International Norme).

Qui n'a pas un jour entendu, sur le pont d'un bateau, un joint claquer, suivi de la fuite bruyante du gaz s'échappant du bloc. Ne cherchez pas, cela provient toujours d'un détendeur à étrier.



De par leur conception, les systèmes à étrier ont une connexion moins précise que les systèmes DIN, cela peut se traduire par de petites fuites. On a vu tout et



n'importe quoi dans le remplacement du joint visible de l'insert. D'autre part la vis de serrage est proéminente à l'arrière d'où le risque accru d'accrochage ou de chocs (demandez l'avis des plongeurs spéléo...).

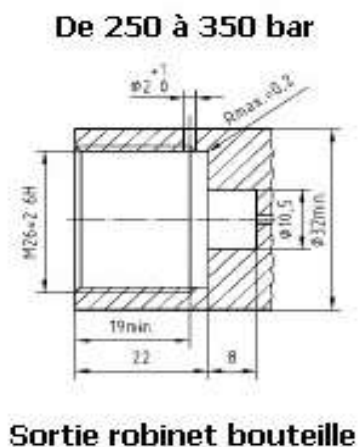
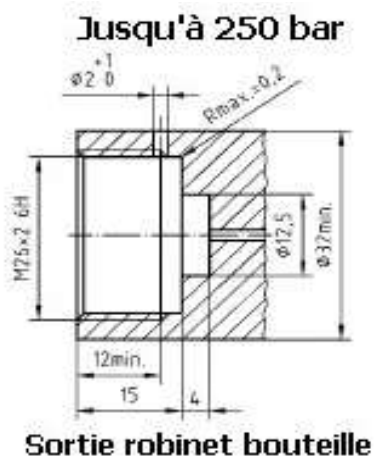
A son avantage, le système à étrier est peut-être plus rapide à mettre en place et à retirer. Enfin, les systèmes à étriers sont limités à 232 bars et sont essentiellement utilisés en France.

Sur un système DIN, le joint d'étanchéité est complètement bloqué au fond de la robinetterie par le vissage du détendeur. Pas de risque de positionnement de biais, l'extrusion du joint est impossible et l'étanchéité est parfaite.

Les détendeurs DIN existent en 232 ou 300 bars. Ils diffèrent par la longueur du filetage de la vis qui est plus longue d'environ 7mm sur le DIN 300 bars. Il est donc possible de connecter un DIN 300 bars sur une robinetterie 232 bars, le contraire étant impossible.



## Raccords Nitrox (norme EN 144-3)



Il est à noter que des adaptateurs pour robinetterie à étrier existent pour les détendeurs de type DIN.

En spéléo et en plongée Tek, le choix des connections à la robinetterie sera toujours en DIN.





Matériel de plongée – Réalité du besoin

TABLEAU COMPARATIF DE QUELQUES MONOS ET BI-BOUITEILLES									
Type de bouteille	Matériau	Pression de service	Diamètre en mm	Longueur en mm	Volume en litres (environ)	Poids en total en Kg	Marque	Type de sortie	Prix TTC (environ) en €
2l	Acier	232	95	440	460	3.5	Faber	mono	160
3l	Acier	232	100	500	690	5.2	Faber	mono	140 à 180
3l	Alu	232	111	515	690	5.5	Luxfer	mono	160
4l	Acier	232	114		920	3.6	Roth	mono	225
6l	Acier	232	140	515	1380	6.6	Roth	mono	220 à 300
7l	Alu	200	152	610	1400	9.6	Luxfer	mono	160
7l	Alu	232	176	500	1610	12	Luxfer	mono	200
7l	Acier	232	140	600	1610	9	Faber	mono	240
7.5l	Acier	232	140	615	1730	8.5	Roth	mono	205 à 260
10l	Acier	232	171	592	2300	11	Roth	mono	260 à 290
10l	Carbone	300	181	600	3000	9.5	Worthington	mono	480 à 580
11.1l	Alu	207	184	655	2260	15	Luxfer	mono	220 à 260
12l (long)	Acier	232	171	684	2760	12.2	Roth	double	270 à 330
12l (court)	Acier	232	203	520	2760	16.5	Roth	double	280 à 395
12l	Alu	200	204	610	2400	16.5	Luxfer	double	?
12.2l	Alu	232	204	635	2800	18.1	Luxfer	double	?
12l	Carbone	300	181	630	3600	10.9	Worthington	double	510 à 600
15l	Acier	232	204	625	3000	19.2	Faber	double	280 à 360
15l	Acier	232	203	625	3450	19	Roth	double	300 à 450
18l	Acier	232	203	740	4140	20	Roth	double	400 à 460
2x7.5l	Acier	232	2 x 140	615	3450	16	Roth	double	490 à 550
2x10l	Acier	232	2 x 171	592	4000	24	Roth	double	530
2x10l	Carbone	300	2 x 181	600	6000	22	Worthington	double	1060 à 1300
2x10l	Alu	200	2 x 176	655	4000	27	Luxfer	double	?
2x12l	Acier	232	2 x 171	685	5520	31	Faber	double	650 à 690
2x12l	Acier	232	2 x 171	684	5520	27	Roth	double	550 à 680
2x12l	Alu	200	2 x 204	610	4400	36	Luxfer	double	?
2x12l	Carbone	300	2 x 181	630	7200	25	Worthington	double	1100 à 1370
2x15l	Acier	232	2 x 204	625	6900	38.5	Faber	double	800 à 850

Une trentaine de bouteilles alu sont recensées en IDF/Picardie contre 24000 blocs acier et aucun bloc carbone.

## Le cadre réglementaire

Décret du 13 décembre 1999 relatif aux équipements sous pression, et arrêté du 30 mars 2005 :

« **L'exploitant est responsable de l'entretien, de la surveillance et des réparations nécessaires au maintien du niveau de sécurité de l'équipement. Il doit effectuer, s'il en a la compétence, ou faire effectuer par une personne compétente les opérations nécessaires à cet effet.**»

- **L'inspection périodique** est obligatoire pour tous, au minimum tous les ans. Elle comprend "une vérification extérieure, une vérification des accessoires de sécurité et des investigations complémentaires en tant que de besoin. Elle porte sur toutes les parties visibles après exécution de toute mise à nu et démontage de tous les éléments amovibles. La robinetterie est donc incluse dans les pièces à vérifier.

- **La requalification périodique** inclut l'inspection et l'épreuve hydraulique, mais également une troisième opération : la " vérification des accessoires de sécurité associés ".

La robinetterie est effectivement désignée par ce terme.



La législation impose à tout possesseur de bloc de le faire requalifier tous les 2 ans sous couvert de la DRIRE par des organismes habilités. La FFESSM, FSGT, ANMP, SNMP, etc. bénéficient d'une dérogation. Dans ce cas, le bloc doit être répertorié sur un registre et subir une inspection tous les ans, effectuée par un technicien ayant reçu une formation appropriée. Si le bloc est reconnu bon pour

le service, un autocollant précisant la date de la prochaine visite est apposé sur celui-ci ; le technicien en inspection visuelle (TIV) signe le certificat qui accompagne obligatoirement chaque bloc et le registre du club. Les blocs alu ne sont pas dispensés de ces inspections régulières. Le législateur ne précise pas le délai séparant ces visites, seule information "aussi souvent que nécessaire". Tous les 5 ans le bloc sera confié aux services compétents pour la requalification obligatoire.

<http://www.infoplongee.fr/ctn/tiv.php>

La norme **EN 250** de mai 2000 «Appareils respiratoires - Appareils de plongée autonomes à air comprimé et à circuit ouvert – Exigences, essai, marquage » considère, en application de la directive européenne (Pressure Equipment Directive) sur les équipements de protection individuelle, que le scaphandre est un équipement comportant un certain nombre de sous-ensembles conformes



aux exigences de la norme et compatibles entre eux. C'est donc l'ensemble qui est normalisé et le remplacement d'une robinetterie ne peut se concevoir que par une autre robinetterie provenant du même constructeur et compatible avec l'appareil.

La norme **EN 144-1** de décembre 2000 «Appareils de protection respiratoire – Robinets de bouteilles à gaz - Raccords de queue filetés » prévoit l'existence de trois types de filetages de liaison bloc / robinetterie : le M 18 x 150, le M 25 x 200 et le filetage conique E17. Ces trois filetages ne présentent pas de risques de confusion. (Cf. annexe en page XX)

Nota : M25x200 (dénomination d'un filetage Métrique ISO à filet triangulaire)

- M, pour métrique.
- 25, le diamètre nominal extérieur en mm.
- 200, le pas de vis correspondant à la distance parcourue en translation par une vis par rapport à son écrou lors d'un tour complet. (ici 200 100<sup>ème</sup> de mm soit 2mm)

La norme **EN144-3** applicable en novembre 2008 impose une robinetterie M26 x 200, dès que le mélange d'air dépasse les 21% d'oxygène.

### Entretien et précaution d'utilisation des bouteilles.



Dans l'utilisation courante de la bouteille, on n'ouvrira pas trop brutalement le robinet de conservation afin d'éviter un "coup de bélier" dans le détendeur. Ce même robinet ne sera jamais serré trop fort afin de préserver le joint.

N'oubliez pas non plus que, si une bouteille chute sur sa robinetterie sans l'insert, celle-ci peut être endommagée définitivement. Je ne serais trop

vous conseiller de remettre l'opercule.

### Comment maintenir votre bouteille en bon état (d'après doc ROTH)

Pour ce faire, il est bon que vous sachiez comment elle peut se dégrader :

La corrosion est l'ennemi numéro un de votre bouteille, elle en raccourcit la durée de vie et peut la rendre dangereuse.

Il convient de tout mettre en œuvre pour :

- en retarder l'apparition
- la détecter et l'éliminer
- écarter à temps une bouteille rendue dangereuse

### La manipuler avec soin

- Evitez les chocs qui peuvent écailler la peinture, voire même entamer le métal plus ou moins profondément.

- Une protection satisfaisante peut être réalisée par exemple, à l'aide d'un filet en nylon. Il présente l'avantage de ne pas conserver l'humidité.
- Ne laissez pas une bouteille en plein soleil ou dans un véhicule surchauffé.

### **Eviter les entrées d'eau et surtout d'eau de mer**

- Ne gonflez jamais un sac de relevage à robinetterie nue (sans détendeur)
- Ne laissez jamais une bouteille vide, robinet ouvert et réserve baissée, exposée aux embruns, aux vagues, ou baigner dans l'eau du fond du bateau.
- Conservez, si possible, une pression d'air résiduelle dans la bouteille, afin d'évacuer l'eau qui aura pénétré par l'orifice de la robinetterie jusqu'à la chambre de réserve (si la bouteille a été entièrement vidée en plongée, laissez le détendeur en place jusqu'à ce qu'elle se trouve à l'abri).
- Ne videz jamais rapidement une bouteille afin d'éviter le givrage de la robinetterie et une condensation importante à l'intérieur de la bouteille.

#### **La charger correctement**

- Vérifier date d'épreuve, pression de service et le bon état général de la bouteille.
- Faites fuser l'air avant de raccorder la bouteille à la rampe de chargement.
- Purger fréquemment les décanteurs de filtres afin d'évacuer les condensats d'huile et d'eau et d'autant plus en bord de mer où le degré hygrométrique est généralement élevé.
- Ne dépassez jamais la pression de service pour laquelle la bouteille a été conçue.
- Chargez la bouteille lentement afin d'éviter un échauffement intempestif.

### **Entretien courant**

- Rincez-la quotidiennement à l'eau douce sans oublier le fond, en particulier l'espace entre l'embase de robinet et la bouteille.
- L'embase support en PVC est munie d'un trou dans lequel vous pouvez présenter l'embout d'un jet ; cela permet d'éliminer l'eau de mer, d'évacuer le sable et ainsi d'éviter l'abrasion de la peinture et une corrosion hâtive.
- Retouchez au plus tôt les zones de peinture écaillées par chocs ou abrasion.



### **Stockage**

Si vous ne devez pas utiliser votre bouteille pendant de nombreux mois, il est judicieux de profiter de cette pause pour faire effectuer les opérations indiquées ci-dessus.

Si toutefois cela ne vous était pas possible, stockez la bouteille debout et conservez une faible pression résiduelle à l'intérieur afin d'évacuer poussières et condensation qui auront éventuellement pénétré par l'orifice de la robinetterie.

**Attention : Il peut être dangereux de respirer l'air d'une bouteille qui est restée chargée de nombreux mois.**

NB: A chaque fois que vous suspectez, soit la présence d'eau, d'huile, de rouille ou de poussière de charbon actif provenant du filtre du compresseur, présentez sans tarder votre bouteille à un T.I.V ou agent spécialisé.

## Couleur de la peinture

C'est non seulement un problème lié à la protection du bloc, mais c'est aussi par soucis de sécurité. Il vous faudra trouver le bon compromis, en immersion pour que vos coéquipiers vous localisent facilement et en surface pour être visible du bateau.

En conséquence, une couleur voyante en ordre décroissant s'impose:

- Sous l'eau: Blanc, Jaune, Fluo (jaune ou orange)

- Pour la surface: Orange et orange fluo, Rouge (le blanc pouvant se confondre avec les "moutons" sur mer formée).

## Les accessoires qui vous changent la vie

- 2 tubes PVC de Ø40 mm extrémités et reliés par 2



percés aux bouts d'environ 150mm vous permettra de caler à plat dans le coffre de votre véhicule. (ci-contre le modèle du commerce)



- Une petite bouteille porte-clés contenant un stock de joints vous permettra de vous mettre à l'abri d'un joint défectueux ou qui n'est plus présent sur la robinetterie.

- Il existe des chariots portes bouteille légers et pliables spécifiques, mais aussi des diables que l'on trouve hors magasin de plongée qui ont l'avantage d'être légers et solides (peuvent encaisser jusqu'à 80 kg). Je ne saurais trop vous les recommander. Ne possédant peu de parties métalliques sensibles à la rouille, ils vous mettront à l'abri d'éventuelle lombalgie et limiteront considérablement vos efforts avant et surtout après la plongée.



- Dans le cas où vous optez pour une robinetterie DIN, il vous faudra bien un moment retirer votre détendeur. Dès lors les têtes de robinetterie doivent être protégées en y montant des inserts vissés, s'offre à vous aussi la possibilité d'y installer un bouchon prévu à cet effet. La aussi je ne saurais trop vous conseiller de les utiliser afin de préserver de toute détérioration le filetage intérieur.





## Matériel de plongée – Réalité du besoin

- Une clé Allen ou *clé pour vis à six pans creux* de 8 mm (généralement) sera toujours la bienvenue dans le lot de bord des plongeurs autonomes. Elle vous servira pour le montage ou le démontage de l'opercule (ou insert).
- Il existe aussi des doubleurs de sortie, permettant de fixer 2 détendeurs sur une seule sortie et de nombreux adaptateurs qui vous permettront le plus souvent de régler vos problèmes d'interface mécanique.



## Les palmes

Palmes Masque et Tuba forment un ensemble indissociable. Ce sont aussi les éléments de base de l'équipement de plongée. Les palmes, comme le masque sont à traiter aussi selon deux points de vue, à part égale: « **confort** » et « **sécurité** ». Ne rien voir est incommodant, rend la plongée superflue et représente de plus un vrai danger. Indispensables, les palmes servent à se mouvoir, à s'équilibrer, à se maintenir en surface. Tout comme de mauvaises palmes concèdent des crampes, empêchent de vivre en toute quiétude notre plongée d'exploration en risquant également de mettre notre vie en danger quand il faudra donner un petit coup contre le courant pour rejoindre le bateau.



## Un peu d'histoire

Vers 1500 Léonard de Vinci avait dessiné un plongeur et certains de ses accessoires, comme les palmes natatoires par exemple ... En 1873, un prussien dénommé Thiess dessine une palme, essayée par J-A Foëx en 1948; mais c'est en 1933 (après les dépôts d'une centaine de brevets antérieurs concernant des accessoires approchants) que les premières palmes, telles qu'on les connaît actuellement, virent le jour. Ils sont l'œuvre d'un militaire Français, le Capitaine de corvette, Louis de Corlieu. Il les a testés la toute première fois dans la Marne, à Noël 1932. Il portait une combinaison en caoutchouc-mousse et ses palmes de mains et de pieds. Actuellement, l'une d'elles est au Musée de la Marine à Paris et l'autre au Musée Océanographique de Monaco. Le brevet a été déposé le 6 avril 1933. Le 12 juin de la même année, des essais officiels ont été effectués dans la rade de Saint-Jean-de-Luz devant des observateurs de la Marine Nationale. Louis de Corlieu nagea pendant 6 heures dans une eau à 12 °C, parcourant 8 km. En dépit de cette démonstration réussie, la Marine Nationale refusa d'adopter les "propulseurs de natation et de sauvetage" (appellation de l'époque).

En 1939, un homme d'affaire américain, Owen P. Churchill achète à Tahiti une paire de palmes. De retour au États-Unis, il signe un accord avec de Corlieu et lance les "swinfins" qui seront adoptées dès 1940 par l'US NAVY.

Louis de Corlieu avait compris que pour augmenter le rendement propulsif, il fallait profiter au maximum des appuis moteurs (battements de pieds qui reposent sur une ondulation souple qui part de la hanche avec les jambes bien allongées) en leur offrant une plus grande résistance afin d'obtenir une vitesse de nage maximale.



## Conception et fabrication

Contrairement à tout ce que l'on pourrait imaginer, ce qui a le plus évolué depuis de nombreuses années se trouvent être « **les matériaux** ». En effet la conception des palmes reprend grosso modo les mêmes principes depuis plus de 50 ans. L'architecture de la voile type queue de dauphin, les tuyères, les nervures, les sangles à ressort existaient déjà dans les années 60.

C'est bien l'évolution des matériaux qui a révolutionné la fabrication des palmes. Les matériaux synthétiques qui remplacent le caoutchouc naturel sont non seulement beaucoup plus durables mais permettent aussi de jongler avec la rigidité, l'élasticité des composants d'une palme. L'outil informatique muni de logiciels de modélisation de plus en plus fiables permet au gré du concepteur et du chimiste d'insérer ci et là des petites nervures en matériaux à mémoire de forme ou des tuyères déformables.

Tout comme leur conception, la plupart des tests des palmes sont effectués de façon informatique. La modélisation permet ainsi de mettre en évidence les différentes déformations des voiles, les efforts produits, les masses d'eau déplacées ainsi que les forces propulsives qui en résulteront. Par la suite, il sera aisé de mettre en évidence les dépenses énergétiques induites par la mise en action de la palme.

## Les familles de palmes sur le marché

Quatre grandes familles de palme se distinguent:



« **Facile ou polyvalente** » : La palme n'est pas plus encombrante dans le sac qu'au pied. Elle est souple, pas très large. Ces modèles conviennent au débutant, à la plongée dans des conditions faciles, en piscine comme en mer, en surface comme au fond. Elle est légère dans l'eau, quelquefois flottante. Généralement dédié à la randonnée subaquatique.

« **Standard** » elle est un peu plus difficile à pousser que la précédente. Plus ferme, sa forme s'élargit ou s'allonge. Elle convient au plongeur qui demande une palme compacte, assez puissante pour répondre aux sollicitations d'un battement énergique mais restant compatible avec une immersion "paisible". Elle est faite pour plaire au plus grand nombre, du néophyte aux plongeurs entraînés.







« **Puissante ou très performante** » : cette palme est plutôt dédiée aux plongeurs entraînés et exigeants. Son degré de performance résulte, entre autres, de la qualité des matières utilisées, du choix des amalgames et de leur répartition, de l'hydrodynamisme des voilures, de leur surface effective d'appui, du choix des zones de flexion, du "nerf", du type de stabilisateurs ...

« **Longue** » : les voilures longues, ou très longues, sont plus adaptées à des usages sportifs (nage soutenue en surface, apnée profonde, chasse sous-marine"). Les voilures sont généralement planes, parfois interchangeables. Elles peuvent être constituées de diverses matières synthétiques et sont généralement assez souples mais nerveuses. Les palmes en fibre de carbone, donc à haut rendement, sont réservées aux spécialistes.



## Palmes réglables et chaussantes

« *Pour les palmes, tu me conseilles des réglables ou des chaussantes ?* »

De prime à bord, la réponse à cette question semble délicate à produire sans qu'une analyse pointue des besoins réels du pratiquant soit effectuée. Bon nombre de critères interviennent et pourront éventuellement étayer la réponse du moniteur : budget, niveau technique, conditions d'évolution, thématiques particulières, choix de la combinaison, etc.

Les palmes réglables doivent être portées avec des chaussons à semelles renforcées. L'intérêt de ce type de palmes vient notamment des chaussons. L'utilisation de ceux-ci permettant d'éviter de se blesser les pieds et de mettre fin prématurément à une superbe plongée non commencée !

De plus ce choix entre palmes chaussantes et réglables est assez personnel. Certains préconisent uniquement les réglables pour les milieux naturels...pour ma part j'utilise les réglables en fonction de la température du milieu. Des chaussons néoprène en 7 mm ou combinaison étanche imposant évidemment d'employer ce type de palmes.

## Les palmes chaussantes.



Les palmes chaussantes sont fermées autour du talon et chaussent le pied comme le font, par exemple, une paire de charentaises, une ouverture du côté des orteils permet le passage de l'eau, ce qui offre une meilleure prise du pied à la palme. En générale moins chère, elle offre, dans tous les cas, une meilleure qualité de palmage que son homologue en réglable. Meilleure tenue du

pied et légèreté, les sensations et la maniabilité sont accrues. Ainsi, les chaussantes conviennent à ceux qui aiment une palme fluide à porter pieds nus, ou avec une

"chaussette" légère de néoprène ou en lycra. Elles sont plus fragiles et les chaussons moins confortables, pour la marche, que les bottillons.

### Les palmes réglables (ou avec bottillon)

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, et vis-à-vis de la palme chaussante, c'est bien la palme réglable qui s'octroie la première place dans le marché mondial des ventes. Elle a été autrefois dénigrée, mais force est de constater que l'évolution des matériaux et les nouvelles technologies ont fait considérablement évoluer la palme réglable. L'ergonomie et le confort du chausson, de nouveaux systèmes de sanglage et d'étonnantes innovations sur les voilures pourraient surprendre plus d'un puriste du palmage. Elles facilitent l'équipement et le déséquipement.



### Anatomie d'une palme de plongée



### La voile

La voilure est la surface d'appui de la palme responsable du phénomène d'action-réaction avec l'eau conditionnant la propulsion du nageur. Techniquement, c'est la partie pour laquelle les innovations sont les plus nombreuses. Elle va varier dans sa composition en utilisant une, ou plusieurs matières, dans sa longueur, dans sa largeur et par sa forme. Celle-ci doit être fonctionnelle, solide et la moins encombrante possible, tout en déplaçant suffisamment d'eau pour assurer la puissance de poussée utile avec une perte d'énergie minimale. Il va sans dire que la prise en compte et l'optimisation de tous ces paramètres rendent le challenge difficile. Parmi eux, le positionnement de la voilure sur le chausson joue un rôle capital. L'important est d'obtenir un angle qui offre les meilleures surfaces d'appui, sans pour autant provoquer des crampes dans le pied. À noter que si la cheville du plongeur n'est pas solide, les modèles à effet canal, à voilure divisée, ou suffisamment nervurée et souple au centre, guideront mieux le pied.

### Le Chausson

Le chausson en caoutchouc permet la tenue et le maintien du pied et laissant libre la cheville. Que ce soit pour un modèle réglable ou non, sa fonction est importante. Celui-ci doit faire corps avec le pied, et doit restituer (sans trop de filtration), à la voilure l'énergie développée par le battement des jambes. Sa forme et sa matière peuvent varier d'une palme à l'autre. Malgré le fait qu'une réglable se porte avec des bottillons souvent épais, le confort du chausson est un critère important. Il faut trouver le bon compromis : le chausson doit être ajusté, non blessant et pas trop rigide, sans toutefois se révéler trop mou pour ne pas nuire à la transmission du mouvement.



### Les nervures et tuyères

Leur longueur, leur épaisseur ainsi que leur composition confèrent à la palme ses principales caractéristiques. Elles jouent un rôle actif dans la mécanique du palmage, ainsi que dans l'écoulement du fluide et minimisent le « dérapage » de la palme.

Les tuyères présentes sur certains modèles de palme sont des ouvertures dans la voilure qui de part leur conception vont permettre l'écoulement de l'eau vers l'arrière et donc minimiser la zone négative (celle qui ne contribue pas à la poussée).

### Le sanglage

Talon d'Achille de la palme réglable, le dispositif de sanglage doit être solide, maintenir le pied convenablement, en permettant un réglage et un déchaussage aisés. A noter que les boucles déclipables tendent à disparaître, au profit de sangles ressort ou élastiques. Toujours est-il que si la boucle de sangle est ajustable veillez à ce qu'elle soit manœuvrable avec des gants épais.



## Les effets pathologiques

Qu'il soit ventral, costal ou dorsal, le palmage contribue à la locomotion et à la sustentation. La technique de nage avec palme, lorsque elle est mal pratiquée ou trop intensive est responsable en outre de lésions du pied, de la cheville et devient du coup le principal pourvoyeur de pathologies chroniques. Le pied est l'élément primordial de la jonction avec l'outil propulsif, constituant un véritable maillon dans la transmission de l'énergie musculaire du membre inférieur.

Equipé de palmes à votre gabarit, un palmage efficace, propre et régulier vous évitera les lombalgies, tendinites ou crampes.

## Tendinites et crampes

Le mouvement de palmage est scindé en deux phases : une descendante qui représente le temps actif propulsif et une phase ascendante, temps passif, d'action propulsive moindre.

La phase descendante débute par une flexion de la cuisse sur la hanche, rendue plus facile par une légère flexion du genou (45° environ), le pied étant en flexion plantaire maximale. Cette phase sollicite surtout les muscles fléchisseurs de la hanche.

La phase ascendante se caractérise par une extension de la jambe (sous l'action commune des quadriceps et du deltoïde fessier) et de la cuisse (par contraction du grand fessier, moyen fessier et grand adducteur). Le pied se retrouve dans une position neutre ou en flexion plantaire sans jamais atteindre la dorsiflexion.

La liberté de la cheville a pour effet de transmettre tous les efforts du palmage à cette articulation avec des amplitudes poussées jusqu'aux limites anatomiques de celle-ci. Ainsi en cas de sollicitation anormale ou prolongée apparaissent des douleurs articulaires susceptibles de générer des pathologies musculotendineuses.



Les crampes siègent au niveau de la voûte plantaire, des orteils et du mollet. De plus celles-ci sont favorisées par l'eau froide et la déshydratation. Dans l'eau la transpiration et la sensation de soif sont difficilement perçues et l'hydratation nécessite l'arrêt de l'activité. Les muscles des membres inférieurs (mollets, quadriceps ou ischiojambiers) étant les plus fréquemment concernés, l'apparition de crampes doit faire interrompre l'exercice...

Les tendinopathies touchent préférentiellement le tendon d'Achille, favorisé par le frottement sur le contrefort postérieur du chausson.





## Les ampoules

Les palmes sont aussi responsables de pathologies chroniques cutanées. Les plus fréquentes sont les ampoules, résultat du frottement permanent entre le pied et le chausson de la palme, entretenues par une fragilisation de la peau due au milieu aquatique. Le traitement et la cicatrisation sont rendus difficiles par le milieu aquatique et salin. Les localisations les plus fréquentes sont les malléoles, le talon et la face dorsale des articulations inter phalangiennes. Préventivement, l'utilisation de chaussons en néoprène ou de chaussettes en lycra permet d'absorber une partie des mouvements de cisaillements. L'application de pansements hydrocolloïdes (Duoderm ®) étanches semble accélérer la cicatrisation et autorise la mise à l'eau.

## Le choix des palmes

« Bonjour, je prépare mon niveau 4 quelle paire de palmes dois-je acheter ? »  
« Pour le N4 c'est la Mares Avanti Quattro en chausante y a pas mieux pour aller chercher les performances » ce fût la réponse ferme et définitive du vendeur...

Recommandation de suite adoptée par notre plongeur qui suivant les conseils du vendeur se retrouve 2 jours après dans l'eau de la piscine à s'essayer au 800 m PMT. Echauffement en règle, puis douloureux constat au bout de 3 mn ... les palmes induisent des douleurs aux mollets !!

« Dure, dure les palmes...pas faites pour moi, trop rigides, trop lourdes.... le niveau 4 non merci, ce n'est pas pour moi, j'y arriverai jamais ».

Heureusement, ce plongeur est revenu sur sa décision et a cherché des conseils avisés auprès de moniteurs de son club, a changé ses palmes, a repris l'entraînement, puis quelques temps après a réussi l'examen de plongeur Niveau 4 et croyez moi n'a pas été ridicule dans les épreuves de nage. (Peut être à la lecture de ces quelques lignes se reconnaitra-t-il ?)





Toujours est-il qu'il nous appartient de se pencher sur la question fondamentale :  
« Dans la pratique, à quoi servent les palmes ? »

« **Equilibre** » et « **propulsion** », voilà en deux mots tout est dit.

Puis il conviendra de se positionner dans l'un des profils de plongeur suivant :

- Le **randonneur palmé** dont l'objectif final est la promenade, la découverte des fonds marins de proximité. Le plus souvent équipé d'un masque, d'un tuba et d'une paire de palmes. C'est la pratique du « snorkeling » en mer chaude par exemple.

Pour ce type d'activité : Balade, plongée libre, apnée? Quel modèle choisir? Longues et nerveuses, ce sont les palmes idéales pour l'apnée. Pour la balade, une palme souple et légère vous assurera un palmage facile. Inutile de porter des chaussettes en néoprène, le chausson des palmes de loisir est souple et confortable. C'est le choix idéal pour la randonnée aquatique. Ce type de palme n'est pas conseillé pour la plongée en scaphandre. En effet, sa voilure courte, étroite et fortement ajourée ne permet pas de transmettre correctement les efforts dans l'eau. Concrètement, elle va se tordre et n'est pas conçue pour pousser un plongeur équipé de 35kg de matériel. Il existe un bon nombre de kits composés de palmes, masque et tuba qui répondront sans grande difficulté à votre besoin.



A noter que, sur certains sites, notamment en Thaïlande on vous interdira de mettre des palmes pour éviter de casser le corail.

- Le **plongeur occasionnel** ou débutant. Celui qui pratique la plongée en scaphandre quelques jours par an. En vacances ou en week-end, il pratique quand l'occasion se présente. Il a conscience du poids du matériel qu'il doit déplacer en immersion.

L'option des palmes chaussantes est sans doute le meilleur des compromis, mais du coup la surface de la voilure est un peu plus conséquente et rigide. La palme doit être souple et conviendra pour un usage mixte (formation, surface, plongée). Elle rentre facilement dans un sac de voyage.



Les palmes fendues, par exemple sont des palmes souples privilégiant l'endurance plutôt que la force instantanée : une excellente solution contre les crampes : la fente médiane permet à la palme de former un "V" lors de la poussée en guidant le pied, exactement comme les caudales performantes de l'otarie. Force est d'admettre que ce type de palmes n'est pas du tout adapté à la balade en surface, et a

fortiori à l'apnée.

A noté, que ces palmes sont très populaires dans les pays Anglo-saxons, alors qu'en France elles sont fortement décriées. (Exemples : Scubapro « **Twin Jet** », Mares « **Raptor** », Océanic « **Vortex V16** » etc.).

- Le **plongeur régulier** dont la plongée fait partie d'un loisir qu'il pratique régulièrement. Il possède le niveau 2, la qualification PA40 ou le niveau 3 et a tout loisir de s'intégrer dans une palanquée de plongeurs autonomes, quand les conditions ne sont pas trop difficiles. Il plonge plus ou moins régulièrement et souhaite un équipement performant au juste prix. Là, le choix du type de palmes est pléthore. On pourra passer à des palmes composées de voilures plus longues (55 à 65 cm environ), plus techniques permettant un rythme de battements plus lent et plus économique. Malgré tout, elles resteront souples. Certains modèles, au design et look très atypique sont plébiscités pour le confort et l'aisance qu'ils procurent. (Exemples : Scubapro « **Seaxing Nova** », Aqua lung « **Sling Shot** » etc.). D'autres modèles beaucoup plus classiques, mais néanmoins techniques répondent aussi aux critères exigés par le plongeur régulier. (Exemples : Beuchat « **Power jet** », Cressi « **Réaction** », Aeris « **Vélocity X3** », Tusa « **Imprex Tri-Ex SF6** », Mares « **X Stream** » etc.)



- Le **plongeur expérimenté** (ou tek) dont une longue pratique a forgé une expérience sans faille. Il est capable d'évaluer le niveau de difficulté des conditions de plongée. Ses compétences lui octroient l'accès à des plongées difficiles (plongées eaux très froides, profondes, etc...). Bien souvent son autonomie et/ou son statut de Guide de Palanquée lui confère d'être d'une exigence extrême quant à la qualité de son matériel. A la fois chaussante ou réglable il a besoin d'une paire de palmes technique, pouvant répondre au changement de cap rapide, et propice à une accélération sécurisante pour une intervention immédiate.

- L'**apnéiste** recherche la fluidité pour pénétrer avec efficacité et sans bruit le monde subaquatique. Il a besoin d'une palme performante, dont les caractéristiques techniques ne sont pas à négliger. La palme est généralement chaussante, la voilure est longue (entre 60 et 80 cm) et plus rigide, afin de fournir une propulsion efficace, et mieux adaptée au rythme plus souple et lent des apnéistes. Exemple : Cressi « **Gara Professional** »



Le nageur de surface adoptera la souplesse suivant son gabarit et la distance choisie (plus la distance est longue plus la voilure sera souple).

L'apnéiste choisira suivant la profondeur (plus il ira profond plus la voilure sera dure). Certaines palmes offrent la possibilité de changer la voilure (plus ou moins rigide, plus ou moins longue) exemple : Esclapez « **JBE Power** ».

Pour ce genre de palmes il existe des voilures en carbone beaucoup plus chères (entre 200 et 300 euros) et fragiles mais bien plus performantes...

A noter, que ce type de palme commence à être interdit sur certains sites dont l'écosystème est fragile (Egypte, Mexique, Brésil). On comprend aisément la position des responsables locaux qui veulent à tout prix éviter que certains plongeurs peu scrupuleux ou mal équilibrés labourent le terrain.

Dotées d'une voilure longue et rigide elles sont inconfortables en plongée bouteille et provoquent, très souvent en immersion une perte d'agilité. L'encadrant par exemple y perdra en capacité à se retourner et à faire un piqué rapide pour aller chercher un élève qui s'enfoncé sans contrôle réel. De plus, avec des pieds pouvant aller jusqu'à 90 cm il me paraît difficile de se déplacer sur le pont d'un bateau. Sans compter la difficulté d'effectuer votre bascule arrière du zodiac ou l'absence de place se fait parfois cruellement sentir.



### Quelle est l'utilité des chaussettes et des bottillons ?

Les chaussettes permettent de se protéger du froid et des frottements de la palme. Il est judicieux d'opter pour une semelle renforcée et antidérapante. De plus si vous hésitez entre 2 pointures de palmes (pensez au fait que si vous êtes trop serré, vous risquez d'avoir des crampes), la chaussette néoprène de 2, 3 ou 5 mm vous offre la possibilité d'affiner l'ajustement.

Les bottillons ont la même fonction que les chaussettes mais sont mieux adaptés à l'utilisation des palmes réglables (le talon est souvent renforcé à l'endroit du frottement de la sangle). Leur semelle est souvent plus épaisse et résiste à l'abrasion, donc à l'usure et offre un confort non négligeable dans les déplacements terrestres.

Si vous avez du mal à enfiler votre chaussette néoprène, mettez un mi-bas en lycra... c'est très efficace !



### Pour terminer

Tout comme le palmage idéal, la palme idéale n'existe pas. Il est évident que chaque palme possède ses propres qualités et défauts.

Optimisez le confort. Il est indispensable de choisir une paire de palmes dans lesquelles vous vous sentez bien. Le point déterminant va être le chausson! Et si

## Matériel de plongée – Réalité du besoin

vous optez de porter vos palmes avec des "chaussettes en néoprène", il faut en tenir compte dans la pointure qui va être d'une taille supérieure à votre pointure habituelle. La palme doit être confortable, votre pied doit être calé sans point de pression, ni d'espace qui provoquerait un frottement.

Assis par terre dans le magasin, la palme au pied, vous devez pouvoir tirer sur la voileure sans que la palme déchausse, sinon la palme est soit trop grande soit d'une forme qui ne vous convient pas...

Pour la plongée piscine et plongée en mer chaude, vous pourrez choisir des palmes souples et légères. Surtout, des palmes basiques, sans effets spéciaux techniques particuliers. Optez de préférence pour des chaussantes et non des réglables. Il est impératif de les essayer dans l'eau, faites vous les prêter si besoin est. Le pied doit être confortablement tenu mais pas serré, sans contraintes localisées.

Eviter de prendre des palmes de plongée trop rigides nécessitant des « jambes » pour les emmener....et ne faites pas du prix forcément un gage d'acceptation.

Les phases descendantes et ascendantes propres aux techniques de palmage sollicitent un grand nombre de muscles (plus de quinze).

Compte tenu de ce constat, chaque plongeur possédant sa propre structure musculaire, il est clair que le choix de la palme devra tenir compte aussi de cet élément.

Afin d'éviter la perte d'une (ou deux) palme(s), vous pouvez utiliser des fixes palmes pour renforcer l'adhérence de la palme au pied. C'est extrêmement gênant lors d'un 800 m ou 1500 PMT de perdre une palme.



L'utilisation de palmes neuves peut provoquer des douleurs passagères dans la voûte plantaire, cette douleur disparaîtra après quelques temps d'utilisation.

Votre propulsion ne dépend pas uniquement du modèle de vos palmes mais de la faculté que vous aurez à les utiliser lorsque l'effort devra être intense et prolongé (courant ou plongeur en difficulté à remorquer, ...).Le palmage est bien entendu important pour le plongeur. Il est possible de pratiquer la plongée sans les jambes, certains handiplongeurs sont là pour nous le prouver. Néanmoins, une bonne pratique de son palmage, un entraînement adapté sont la garantie de plonger en sécurité pour soi-même et pour ceux qui nous accompagnent. L'entraînement régulier est la seule solution, encore faut-il que cet entraînement ne soit pas rébarbatif et fasse fuir tout son monde.

Et pour ceux qui désirent plus d'informations je vous conseille l'étude d'Hervé Cordier (IN).

<http://www.ffessm-ctridf.fr/accueil/PDF%20/PalmesEtPalmagesEnPlongeeSousMarine.pdf>

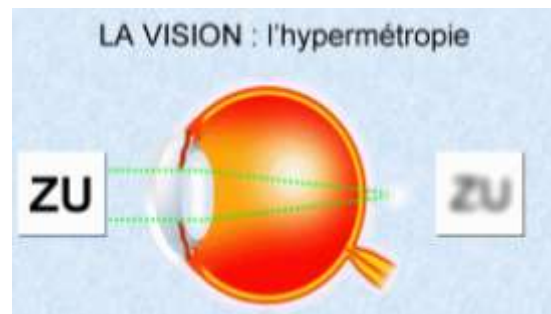


## Le masque de plongée

### La vision sous-marine

Le masque a n'en pas douter est un élément essentiel pour la plongée bouteille ou la plongée libre. Grâce à lui l'exploration du monde sous-marin devient possible.

Quand le plongeur n'a pas de masque, la nouvelle interface œil-eau entraîne des modifications importantes de la puissance réfractive de l'œil. Cette perte de pouvoir réfractif donne une hypermétropie importante expliquant la mauvaise vision sous-marine. L'image sera formée très en arrière de la rétine.



Quand on met un masque, on recrée l'interface air-cornée et on évite ainsi l'hypermétropie. L'existence de cette zone d'air entre l'œil et la glace donne l'impression que les objets paraissent plus près. Les dimensions des objets semblent aussi plus importantes (30% environ plus gros).

En plongée la couche d'eau va arrêter rapidement la lumière solaire. A - 5 mètres de profondeur on n'a plus que 25% de la lumière de la surface et à - 15 mètres on ne peut compter que sur 12%. A - 40 mètres c'est presque l'obscurité avec 3% de la lumière résiduelle. De plus, l'eau absorbe les radiations de grande longueur d'onde (le rouge) vers - 10 mètres et au delà de - 30 mètres il ne persiste que des radiations de courte longueur d'onde, bleu et vert. Dans l'espace profond la vision des couleurs sera quasi-nulle. Tout paraîtra grisâtre ou verdâtre. Un éclairage additionnel devra révéler les couleurs éclatantes des habitants végétaux ou animaux.

### Le champ de vision

Le port du masque de plongée va forcément réduire le champ de vision sur les côtés et de haut en bas. De ce fait, le plongeur sera contraint de bouger la tête pour explorer son environnement proche. Le champ visuel normal est d'environ 180° et il n'est que de 85° environ avec un masque classique. Le choix du masque doit donc être circonspect pour bénéficier d'un champ de vision aussi bon que possible.

## Anatomie d'un masque de plongée

### Jupe et étanchéité

C'est elle qui assure l'étanchéité et le confort du masque. Elle doit être assez souple pour épouser le contour du visage et assez rigide pour ne pas se déformer et s'écraser. De nouvelles techniques de mise en œuvre permettent maintenant d'utiliser lors de l'injection du polymère différentes duretés de silicone. Les masques « I3 Liquidskin de MARES » et « Eyes Evolution Crystal de CRESSI » en sont la preuve.

Le test de l'étanchéité reste d'actualité...celui qui consistait à placer le masque sur le visage sans la sangle, d'inspirer par le nez et de regarder le sol sans que le masque tombe. Aujourd'hui compte tenu de la souplesse du silicone utilisé dans leur fabrication il y a fort à croire que l'effet ventouse est assuré pour tous les masques récents.



Le confort étant une affaire de sensation, il va de soit qu'une attention plus particulière devra être envisagée pour s'assurer que la jupe du masque adhère partout et en même temps sur votre visage.

### Jupe et couleur

Les jupes des masques existent généralement en silicone translucide ou en noir. On dit souvent que les masques de couleur noire sont dédiés aux chasseurs et plongeurs en apnée, le reste pour le plongeur bouteille. Si on peut envisager que la transparence de la jupe minimise la claustrophobie chez le débutant, on peut aussi lui reprocher d'être la source de parasites lumineux, surtout à faible profondeur lorsque les rayons du soleil sont encore omniprésents. Le silicone opaque ou noir a la propriété de focaliser la concentration visuelle et d'éliminer les rayons parasites qui pourraient rentrer dans le masque.



### Un ou plusieurs verres ?

La qualité de la vision est la préoccupation première des plongeurs. L'accent est mis sur le cerclage de plus en plus discret (voire abandonné) et sur des vitres mieux découpées et plus près des yeux. Certains masques dits « Frameless » sont exempts de cerclage, la vitre étant fixée directement à la jupe. Les fabricants ont pensés un temps à l'adjonction de vitres latérales ou inférieures, à des verres bombés mais tous ceux-ci procuraient plus des aberrations optiques qu'une réelle efficacité.

La morphologie du visage est telle que si l'on veut rapprocher la surface vitrée de l'œil, il faut envisager une solution à deux verres. Un verre unique reste forcément éloigné de l'œil puisqu'il vient en butée sur l'arrête du nez.

Assurez-vous que la vitre ou les vitres portent la mention « Tempered » ou « T » caractérisant le verre trempé. Celui-ci est de loin plus résistant et qui contrairement au verre normal n'éclatera pas au moindre choc.

### Les verres correcteurs

Si vous pensez devoir corriger votre vue en plongée, les verres vont devoir éventuellement être remplacés ou démontés. Il vous appartiendra de prendre toutes vos précautions auprès de vendeur pour vous assurer que votre future acquisition s'y prête.

(Propos de l'opticien Gilles Demetz) <http://demetz.fr/sport/>

*Deux types de correction interviennent sur un masque de plongée; la vision de loin - les verres sont alors caractérisés par une valeur dioptrique négative - et la vision de près - valeur positive. Les premières doivent être actives sur quasiment la totalité du champ visuel, les secondes ne sont placées que sur la partie basse des verres. Sur un masque binoculaire, la correction de loin est assurée par des verres taillés dans la masse à la forme exacte du masque. Pour des corrections moyennes, toute la*

*surface du verre est correctrice. Pour des corrections très fortes, -9 ou -10 par exemple, la courbure de la sphère nécessaire à la correction ne permet pas toujours d'utiliser la totalité du verre. Pour la vision de près, on a recours au collage d'un verre correcteur. La colle utilisée durcit par polymérisation sous un rayon d'infrarouge. Dans le cas de masques à une seule vitre, cette technique est utilisée pour les deux types de correction. Enfin, pour ceux qui ont besoin de corriger leur vision de loin et celle de près, les doubles foyers sont impérativement des verres collés.*

## **Le sanglage et son réglage**

La boucle inox n'est plus, vive les boucles en technopolymère. Alors qu'auparavant il fallait dix bonnes minutes, équipé d'une pince Becro et d'un tournevis pour régler la sangle du masque. Aujourd'hui une seule main voire deux doigts suffisent. Toutes les sangles sont larges et doublées et permettent ainsi un placement qui ne glisse pas.

## **La buée**

Hormis la solution radicale qui consiste à retirer les verres, nous aurons toujours à l'intérieur de notre masque la présence de condensation. Cette buée est la résultante d'un phénomène physique bien connu « la condensation », ou encore la transformation de l'humidité de l'air en gouttelettes d'eau. La surface du verre n'étant pas parfaite ces gouttelettes vont si accrocher en formant un écran. De plus les résidus gras issus des techniques de démoulage du silicone se déposent sur la vitre favorisant la retenue de cette condensation. Il reste néanmoins des solutions pour la limiter, mais ce n'est pas pour autant que le masque sera devenu antibuée.



Pour éviter le développement de cette buée il vous faudra avant toute chose faire un traitement de la vitre. Le brossage de celle-ci à l'aide d'un dentifrice abrasif vous permettra d'éliminer le résidu gras. Ce prétraitement du masque, bien que nécessaire, ne suffit pas à éliminer la buée dans toutes les conditions d'utilisation et vous ne couperez pas au rituel du crachat avant chaque mise à l'eau. Je vous l'accorde, ce n'est pas très élégant ! Et ceux qui n'apprécient pas le geste, investiront dans des anti-buées. Méfiez-vous toutefois de ces produits volatils (glycols, alcools ou phénols) qui altèrent la cornée et troublent la vision.

Et pour les plongeurs végétariens reste la pomme de terre.....

## **Le choix de votre masque**

Les masques, avec lesquels bon nombre d'anomalies se solderont par une réduction de la qualité de la vision sous-marine (mauvaise étanchéité, formation incessante de buée, contact douloureux avec le visage, sans parler des difficultés à trouver son nez pour équilibrer), doivent donc être choisis avec beaucoup de circonspection. Quand vous avez trouvé un masque qui vous va bien, outre le prix, reste la question du champ de vision? Vitre plus grande ou inclinée, cerclage ultrafin voire inexistant, verre rond, ovale ou de forme bizarroïde. Tout a été essayé pour

améliorer la vision sous-marine. Le plongeur se trouve bien évidemment confronté à une foule d'arguments, mais aussi à des notions plus subjectives et personnelles :

- Avant tout, il doit vous plaire...
- Concernant la compensation des oreilles, vérifier que l'accès pour se pincer le nez soit aisé, surtout pour les personnes qui ont un petit nez et les enfants.
- Assurez-vous que la jupe colle à votre visage partout en même temps.
- Renseignez-vous, si vous êtes concernés, des possibilités de correction plutôt que d'attendre d'avoir le masque pour vous apercevoir que la correction est impossible ou trop onéreuse.
- Vérifier que la ou les vitres de votre masque soit en verre « sécurit » et non un plastique.
- Vérifier, qu'en appuyant au centre du cerclage, que le masque ne vient pas toucher l'espace entre vos sourcils ou le haut de votre nez.
- Enfin, si plusieurs modèles vous intéressent n'oubliez pas de juger la différence de champ de vision d'un modèle à l'autre. Cette dernière étape devrait être décisive dans votre choix.

### Les nouveaux masques

Océanic propose un masque de plongée sur le marché qui incorpore à la fois un ordinateur de décompression air / nitrox et un affichage LCD intégré directement dans le coin inférieur droit du masque.

L'entreprise affirme que les militaires des forces spéciales ne peuvent plus plonger sans ce type de masque qui va maintenant être à la disposition du grand public sous le nom de « **HUD DataMask** ».



Le HUD DataMask

Le Liquid Mask de Liquid Image (masque + appareil photo)

## Le tuba

Il permet de nager en surface et de respirer par la bouche, tout en regardant dans l'eau, est l'élément indispensable pour le randonneur palmé et le chasseur sous-marin. Au cours de la plongée bouteille il ne sert pas à grand-chose. Il reste toutefois, un accessoire utile dans le cas où vous regagnez le bateau, bouteille vide et qu'une mer quelque peu agitée ne vous autorise pas un retour décapelé.

Les sceptiques :

« Cela fait 10 ans que je plonge et personnellement je ne me suis jamais servi de mon tuba... Cette histoire de tuba comme instrument de sécurité je trouve ça aberrant mais bien en phase avec notre société... Bref, chacun est libre de faire ce qu'il veut mais qu'on me prouve dans quelle situation il peut servir ?!!! »

Les rationalistes :

« Plongeur depuis plus de 7 ans je pensais aussi que le tuba ne servait à rien. Je ne l'utilisais jamais mais un jour, profonde en Méditerranée, un peu de vent, un peu vagues, un peu de courant et à la remontée, tout les paramètres changent; gros courant, gros vent et grosses vagues. On dérive, sortie 400 mètres du bateau avec des creux assez importants qu'on n'attendait pas! Ben là j'aurais bien aimé avoir mon tuba... mon binôme avait le sien, moi pas... » Ça ne sert jamais » ! Ben après avoir vidé ma bouteille en surface, bu la tasse plusieurs fois, j'ai enfin compris toute l'utilité du tuba. »

## Anatomie d'un tuba

**CAPUCHON** : Pour éviter les entrées d'eau... ou tout du moins les minimiser. Ces bouchons anti-vagues présentent un intérêt limité. J'ai bien peur que ce genre de gadget ne diminue pas notre capacité ventilatoire.

**LE TUBE** : Selon, notre bon vouloir, on n'utilise pas le tuba de la même manière et cela conditionne aussi le tube idéal. Si vous plongez avec votre tuba à poste, sur la sangle du masque, un tube rigide n'est pas un handicap ; si vous avez l'habitude de le ranger, rien ne vaut le tube souple que l'on peut enfouir dans la poche de son gilet.

**L'AGRAFE (ou attache tuba)** : Permet d'installer le tuba sur la sangle du masque. Il en existe en pièce détachée chez à peu près tous les fabricants. (2 à 5 euros). Pas très utile si vous passez votre tuba sous la sangle du masque...

**L'EMBOUT** : est souvent moulé en silicone. De la taille de l'embout lui-même et de la forme des ergots que l'on sert entre les dents dépend le confort. Même si de gros progrès ont été faits grâce à la qualité de l'injection moderne, l'un des meilleurs moyens d'acheter un tuba confortable consiste à chercher dans la gamme "chasse". Ce type d'embout étant conçu pour des gens qui restent plusieurs heures dans l'eau. N'oubliez pas qu'à force de mordre, ce sont les ergots qui finissent par lâcher...

**LA SOUPAPE et LE PIEGE A EAU** : 80% des tubas en sont équipés. Cependant, si le tuba n'est là que comme outil de sécurité dans la pratique de la plongée bouteille, l'utilité de la soupape est discutable. Reste que pour la balade en surface, ou les séances de palmage c'est vraiment un accessoire agréable.





## Le choix du tuba ?

Les tubas aux normes CE ont tous la même section seul l'embout diffère. Et comme une cheminée, le tirage d'air grosso modo est donc le même pour tous les tubas. L'embout buccal en contact permanent avec les muqueuses sera plus confortable et moins allergique si vous le choisissez en silicone.

Les embouts dit « orthodontiques » présentent un avantage ergonomique, mais certain d'entre ont du mal à les supporter.

Les tubas à soupape et piège à eau sont plutôt conseillés pour les plongeurs « snorkeling » ;

Pour les apnéistes, il vaut mieux utiliser le tuba le plus simple possible, sans purge.

Vérifier qu'un système d'attache sur le masque a été prévu sur le modèle de tuba.

Les tubas pliables et roulables présentent simplement l'avantage de tenir moins de place.

Un tuba doit être simple et bon marché car la perte est fréquente.

Le prix d'un tuba varie de 2,95€ à 50€ environ...



Beuchat « **Tubair** »; conçu à l'origine pour les chasseurs est fabriqué en matériau souple, il peut se plier dans une poche...



En le trempant dans l'eau chaude la gomme devient molle, en mordant dedans. l'embout prend votre

Aqualung « **Impulse 3** »  
confort incroyable...





## Le vêtement isothermique

### La combinaison ... mais pourquoi ?



Le corps humain est chaud, l'eau est froide et de plus la dispersion calorique dans l'eau est très importante, donc le corps se refroidit. Pour se protéger, la combinaison en Néoprène est chargée d'isoler une couche d'eau aussi mince que possible entre le vêtement et le plongeur, le corps étant alors chargé de réchauffer cette petite masse d'eau, tandis que le Néoprène, isolant, empêche cette eau de se refroidir. On comprendra donc facilement que deux

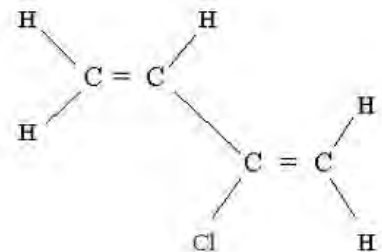
éléments sont déterminants pour limiter la quantité d'eau contenue dans le vêtement ; l'ajustage du vêtement sur le corps, et l'étanchéité, relative, de la combinaison. Car si un vêtement est mal ajusté, ou s'il n'est pas assez étanche, l'eau contenue dans le vêtement est sans cesse renouvelée et quelle que soit l'épaisseur de Néoprène, le corps ne peut pas réchauffer cette eau. Les fabricants rivalisent donc d'ingéniosité pour limiter la circulation de l'eau, manchons aux extrémités, plastron sous la veste, veste qui se raccorde à la mono pièce etc. Au bout du concept, on trouve les vêtements semi-étanches. Quand l'eau est vraiment très froide, on utilise un vêtement étanche, dans ce cas le plongeur n'est plus en contact avec l'eau, mais le vêtement contenant de l'air, par nature compressible, on doit gonfler le vêtement au cours de la descente et le purger au cours de la remontée, comme un gilet.

### Le néoprène

Connu sous le nom de néoprène, le polychloroprène est le premier élastomère synthétique ou caoutchouc qui a eu un succès commercial. Il a été inventé par Arnold Collins, pendant qu'il travaillait avec Wallace Carothers qui a inventé le nylon.

Le néoprène est une sorte de caoutchouc synthétique. Il se présente tout d'abord sous la forme de granulés qui seront chauffés puis pétris pour obtenir une pâte.

On y ajoute alors de la poudre d'azote. Le mélange est ensuite moulé et chauffé à très haute température. Cela provoque la transformation de l'azote en particules gazeuses. Ces microbulles pénètrent dans la matière qui gonfle jusqu'à prendre la forme du moule. On dit alors qu'il est expansé, c'est-à-dire que la matière obtenue n'est pas homogène. Elle contient en fait des millions de petites bulles de gaz qui vont assurer son isolation thermique et lui donne de la souplesse. La mousse ainsi obtenue est une mousse à cellules fermées, les cloisons entre bulles étant parfaitement étanches. Contrairement aux éponges domestiques qui sont des mousses à cellules ouvertes et dont les trous situés sur leur cloisons permettent le passage de l'air ou de l'eau.



Plus il y a de bulles et plus la combinaison sera souple, néanmoins, il faut savoir qu'elles s'écraseront avec la pression, réduisant la qualité isothermique du vêtement.

## Sa provenance

On peut dire que la totalité des néoprènes servant à fabriquer nos vêtements subaquatiques sont produits en Asie. Les fabricants s'approvisionnent principalement au Japon, en Corée ou à Taiwan à travers les représentants des marques sur notre territoire.

Les plus connues dans le domaine qui nous intéresse sont entre autres Cheiko, Daiwa et Yamamoto.



La matière finie se présente sous forme de plaques d'une surface standard d'environ 1,20 m par 2,10 m en diverses épaisseurs (de 3 à 10 mm). Il faut savoir que dans une plaque de 10 mm d'épaisseur on fait une plaque de 3 mm et une plaque de 7 mm, ou deux de 5 mm.

Ces plaques sont fournies à la demande en doublé deux faces avec du Nylon, du Jerzey ou encore du Lycra, refendu doublé, ou encore refendu lisse qui est la tendance actuelle pour les combinaisons destinées à

la plongée en apnée et la chasse.

## Différence entre les tissus

Le néoprène "lisse", que l'on utilise par exemple pour les vêtements d'apnée, est en fait la partie en contact avec le moule quand celui-ci est lisse (généralement deux plaques d'inox). Quand la surface de ce moule est granitée, on obtient du "fine-mesh" ou de la "peau de requin" bien connue de nos pères plongeurs. Le matelas est ensuite découpé en tranches qui déterminent l'épaisseur de la plaque : de 0,5 à 8 mm. Ce genre de néoprène très fragile n'est réservé qu'à un usage restreint car très délicat. Quand on colle du tissu sur l'une des deux faces, on obtient une plaque de "refendu" utilisée pour la fabrication des vêtements de chasse sous-marine. Le tissu peut aussi se retrouver entre une plaque de lisse et du refendu, se qui donnera le sandwich. Pour une utilisation en plongée, on encolle puis on lamine les deux faces de cette tranche avec différents tissus : nylon, lycra, plush, stretch... La plaque néoprène ainsi obtenue s'appelle du "doublé deux faces". Ces tissus déterminent, à qualité de mousse égale, l'élasticité de la plaque.



Les qualités essentielles d'un bon néoprène, hormis sa légèreté, sont :

- son élasticité,
- sa capacité d'isolation thermique,
- sa résistance à l'usure,
- et enfin sa mémoire élastique (capacité de la matière à retrouver sa forme initiale).

## Ses propriétés physiques : légèreté, isolation, élasticité, résistance

Pour apprécier la performance des néoprènes entre eux, il faut définir des tests techniques pertinents. Cette performance dépend de la matière première utilisée et de l'état dans lequel se trouvent les micro bulles qui composent le produit fini. On peut dire que plus les micro bulles sont indépendantes les unes des autres, plus le néoprène est performant. Et au contraire plus il y a de cellules non closes (aux parois communicantes), moins le néoprène sera performant. Cette performance est un composé de légèreté, d'isolation, d'élasticité, de résistance à l'écrasement et à la dégradation.



**1/ Légèreté** : Plus le pourcentage de cellules closes est élevé (proche de 100 %), plus le néoprène contient d'air et plus il est léger. Des tests font apparaître des écarts relativement importants (de 60 à 93% de cellules closes selon les marques).



**2/ Isolation** : L'air emprisonné dans les cellules closes augmente l'isolation en limitant la perte de chaleur par convection, c'est à dire les mouvements d'air dus aux variations de température. La bonne isolation d'un néoprène aide à mieux conserver la température corporelle. Selon les néoprènes il peut y avoir plus d'un degré de différence à une profondeur donnée. Par ailleurs on considère qu'en hiver un vêtement lisse extérieur tient plus chaud qu'un vêtement doublé extérieur parce qu'il

sèche beaucoup plus vite (c'est surtout vrai pour les déplacements en bateau). Autre élément à considérer c'est la disposition du néoprène à absorber l'eau. Plus il en absorbe, moins il est efficace pour vous isoler. On mesure ce coefficient d'absorption en %. Il doit être inférieur à 0,5%.

**3/ Élasticité** : Plus le néoprène est élastique, moins vous aurez d'efforts à faire, moins vite la fatigue musculaire se fera sentir. Cependant cette donnée brute est à relativiser en fonction de la nature de la doublure présente sur le vêtement. Il est évident que le néoprène brut le plus élastique du marché aura une élasticité moindre dès lors qu'il sera limité par la trame d'un jersey. Un autre des avantages de l'élasticité est de servir d'amortisseur de pression pour le corps humain.



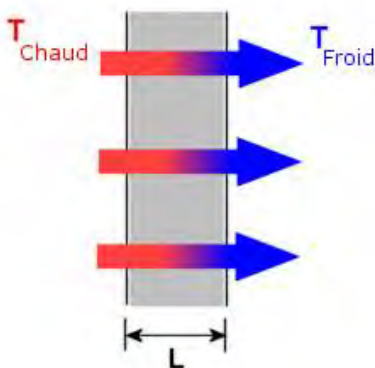
**4/ Résistance** : La pression a un effet néfaste sur le néoprène. Il a tendance à s'écraser à la longue surtout si l'on plonge profond. Cette tendance conduit à réduire l'épaisseur de votre vêtement jusqu'à 30% de moins. L'épaisseur jouant un rôle non négligeable dans l'isolation, on comprendra aisément qu'une combinaison d'hiver doit être un bon compromis entre légèreté, élasticité et résistance à l'écrasement permanent. Plus il est élastique, plus il résistera à l'étirement, et moins il risquera de

se déchirer si par hasard vous vous frotterez aux rochers. Le soleil enfin est redoutable pour votre seconde peau. Décoloration et décollement de la doublure sont les signes extérieurs bien visibles de cette agression. L'ozone de l'atmosphère est bien plus agressif. Il provoque une détérioration de la surface du néoprène sous forme de craquelures et fissures.

## Les déperditions calorifiques

L'organisme perd ou peut éliminer des calories vers l'extérieur d'une manière directe par radiation, conduction et convection.

a. **La radiation.** Tout corps humain émet de la chaleur vers l'extérieur sous forme d'ondes électromagnétiques (infrarouges). L'émission est d'autant plus abondante que le corps émetteur est plus chaud. La température corporelle est souvent supérieure à la température des surfaces environnantes. Fort de ce phénomène, des fabricants ont intégré dans les combinaisons le « Titanium ». Couche d'enduction métallique en face interne de la combinaison ayant le pouvoir de réfléchir la chaleur radiante du corps humain. Mais pour le plongeur, cette perte par rayonnement reste négligeable compte tenu de la faible différence de température entre le corps et les cloisons intracellulaire. Le "Titanium" ne serait il qu'une innovation purement commerciale ? Je vous laisse juger ?

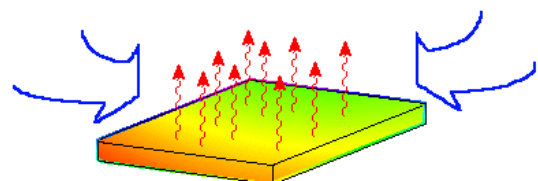


b. **La conduction.** C'est le déplacement de la chaleur, des zones les plus chaudes vers les zones les plus froides. Des échanges se font ainsi entre la surface corporelle et l'eau ambiante (la conduction dans l'eau bien meilleure que dans l'air / la déperdition calorifique dans l'eau est très rapide / on perd moins de degré dans l'air que dans l'eau).

Pour la mousse néoprène, ce serait le gaz à l'intérieur des cellules qui serait responsable de cette fuite de chaleur par convection, mais cette perte de chaleur par conduction reste marginale et il n'est pas

intéressant que l'on s'attarde.

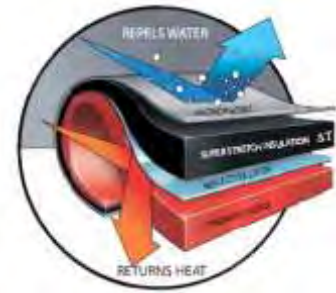
c. **La convection.** C'est l'échange entre le corps et un fluide en mouvement et aussi la principale source perte de chaleur. Ces échanges sont d'autant plus importants que le milieu ambiant est plus froid que la température corporelle. Le gaz contenu dans les micros bulles joue le rôle de barrière est c'est lui qui protège principalement le plongeur de la perte de chaleur par conduction. Mais, lors de l'immersion, le volume de gaz contenu dans les cellules se comprime, faisant augmenter la densité globale du vêtement (ce qui explique également la perte de flottabilité). Le vêtement comprimé est moins isolant, accentuant la perte de chaleur par conduction entre l'eau froide et le corps humain.





## Coté fabricants

Depuis des années, on a cherché à assouplir le Néoprène, par la matière elle-même, la taille des bulles et plus récemment le revêtement. Ainsi pour donner au Néoprène une tenue mécanique, pour le rendre plus facile à enfiler, pour pouvoir le coudre, on vulcanise de chaque côté de la feuille une doublure, le plus souvent en Nylon. Les Nylon utilisés jusqu'alors étaient assez peu extensibles, et on a eu l'idée de vulcaniser sur le Néoprène du stretch, un Nylon dont le tissage le rend élastique dans tous les axes. Après avoir utilisé cette matière pour des empiècements, les vêtements tout en stretch se généralisent. Subitement les fabricants ont présentés un nombre impressionnant de néoprènes « Néoprène Glideskin, Métalite, N25, HyperFlex, Everflex, Elaskin, Ultraspan » et j'en passe certainement. Inutile de préciser que pour le plongeur lambda tout ce p'tit monde de termes techniques ne cause pas.



A l'inverse il existe des tests scientifiques pour mesurer toutes les propriétés physiques du néoprène. Les producteurs n'utilisent malheureusement pas les mêmes tests pour mesurer les mêmes propriétés. C'est pourquoi il est quasi impossible de comparer deux marques entre elles. L'information du plongeur consommateur à une marge de progression considérable devant elle. Fait certain, le manque de transparence des fabricants vis-à-vis de ce matériel est évident. Vous avez forcément constaté qu'aucune notice n'était fournie avec votre combinaison pour prôner ses mérites et énoncer ses propriétés physiques.



Coté marché, le concept des vêtements modulaires semble tenir le haut du pavé. Force est de constater que ce type de vêtement permet de faire face à 80% des cas se présentant dans la carrière d'un plongeur. En quelques années, ce principe de vêtement de plongée est devenu incontournable. Ils sont non seulement plus chauds qu'un ensemble deux pièces classique, mais surtout, ils permettent de plonger aussi bien en eaux chaudes que tempérées, ou froides.

La base d'un ensemble modulaire est un mono pièce sans cagoule d'épaisseur variable, de 3 à 7 mm, avec ou sans manchons, généralement équipé d'une fermeture dorsale.

Porté seul, ce mono pièce est utilisé en eaux chaudes. On peut ensuite, selon la richesse de la gamme, rajouter une cagoule, des gilets sous-vêtements avec ou sans cagoule et bien sûr une sur veste, souvent avec cagoule attenante, d'épaisseur variable, 5 ou 7mm en général.

Cette sur veste est sans manches et sans bras, ou, en tout cas, jambes courtes et manches courtes. Portée sur la mono pièce, elle en limite les entrées d'eau tout en augmentant l'épaisseur de l'ensemble.



## Bien choisir son type de combinaison

Difficiles de ne pas trouver chaussure à son pied compte tenu du choix que l'on nous propose. Votre décision devra tenir compte des plongées que vous envisagez d'effectuer.

- Pour les eaux tropicales, préférez les vêtements en textile Lycra ou les combinaisons mono pièce en Néoprène de 3 à 4 mm. Personnellement j'ai adopté une mono pièce 5.5 mm sans cagoule, car même dans des eaux à 28°C, le froid est un élément à prendre en compte après 1 heure de plongée.



- Pour les eaux méditerranéennes, en été, choisissez une mono pièce en Néoprène de 5.5 mm et surveste à cagoule.

- Pour les eaux méditerranéennes au printemps et la côte Ouest (France) en été, choisissez un vêtement mono pièce en Néoprène 7 mm avec cagoule attenante pour les moins frileux voire une mono pièce semi-étanche 7mm avec cagoule attenante pour les réfractaire au froid.

- Pour les plongées en hiver ou en lac, optez pour un vêtement dit "eaux froides", soit encore une combinaison étanche ou semi étanche. Pour cette dernière veiller plus particulièrement à ce que la combinaison possède de bons manchons de néoprène lisse aux poignets et chevilles, ceci afin de réduire les entrées d'eau. La combinaison étanche quant à elle, nécessite un apprentissage et une formation spécifique.

Toujours est-il que je vous conseille, avant tout investissement et ce avant même l'essayage:

- de vous renseignez sur la qualité du néoprène utilisé. (Vous en saurez un peu plus sur les compétences du vendeur)
- Vérifiez la bonne tenue des fils de couture.
- Vérifiez la qualité de collage des manchons.
- Vérifiez l'élasticité des manches, jambes et cagoule.
- Vérifiez le collage des renforts de genoux et d'épaule.



## Les étanches

Plusieurs types de combinaisons sèches sont disponibles sur le marché :

- vêtement sec en néoprène
- vêtement sec en toile

## Les étanches en néoprène

2 grandes familles : néoprène et néoprène compressé.

Les épaisseurs peuvent varier de 2 mm (lorsque l'on utilise du néoprène compressé) à 7 mm. Les manchons d'étanchéité sont soit en néoprène, soit en latex. L'inconvénient majeur du néoprène est sa tendance à se comprimer avec la profondeur, avec perte de flottabilité et d'efficacité dans la protection thermique. Une attention toute particulière devra être envisagée lors du choix des sous-vêtements. Le néoprène compressé permet de réduire cet inconvénient.

Ce genre de combinaison présente l'avantage d'être très solide mais le désavantage d'être un peu lourde et difficilement manœuvrante. Ils sont plus près du corps que les toiles donc meilleur pour l'hydrodynamisme.

## Les étanches en toile



Ces vêtements sont réalisés généralement en trilaminé (feuille de Butyl prise en sandwich entre deux feuilles de nylon). Certains fabricants utilisent du Cordura plus résistant. Ce type de combinaison est particulièrement souple et confortable. En revanche, elles n'ont aucune propriété thermique et il faut donc s'équiper de sous-vêtements chauds. Elles sont par contre plus fragiles et il faudra veiller à ce que les renforts soient judicieusement adaptés.

Qu'elle soit en néoprène ou en toile, la combinaison étanche est équipée des éléments suivants :

- un inflateur orientable situé sur la poitrine.
- une purge manuelle et automatique située sur le bras
- cagoule en néoprène

## Choisir sa taille de combinaison néoprène

Les plongeuses ont contrairement à nous messieurs un sens inné pour le choix de la taille. Un simple coup d'œil et c'est emballé. Par contre je ne saurais trop vous conseiller de l'essayer... pas seulement dans la cabine mais aussi dans l'eau. Chose pas facile à réaliser mais certains revendeurs ont plus d'un tour dans leur sac. Comme dit précédemment les néoprènes sont devenus de plus en plus souples à tel point qu'une fois en immersion certaines combinaisons présentent une fâcheuse tendance à s'agrandir.

## De la difficulté de trouver une combinaison à sa taille

*Exemple vécu au féminin : je vais chez un détaillant spécialisé d'une marque leader dans l'équipement de plongée sous marine pour acheter une combinaison de 7 mm d'épaisseur. Un investissement qui fait donc l'objet de la plus grande attention pour moi. Expérimenté, le professionnel me demande ma taille et mon poids afin de trouver la combinaison qui m'ira le mieux dans la grille de son fournisseur. Suivant le guide de cette marque, il m'oriente vers une taille M. Cela correspond à ce que je porte dans mes vêtements de la vie de tous les jours donc je l'enfile. 3 minutes plus tard, j'ai fini de l'enfiler (soit 20 minutes de moins que ma 5 mm classique). Enfilage super concluant.*

*Devant la glace, je vois plein de plis au bas ventre, aux genoux et aux coudes. Trop grand ! Il me propose la taille S qui est aussi dans ma garde robe. Je l'enfile en 3 minutes également car le néoprène est de super qualité. Devant la glace, elle me va bien.*

*1<sup>ère</sup> sortie en mer, la désillusion : l'eau s'engouffre par la nuque et file jusqu'aux mollets. Malgré l'eau à 28° j'ai froid. J'ai dû l'échanger à mon retour de voyage contre une taille XS. Heureusement je suis tombée sur un détaillant très conciliant qui m'a permis de l'échanger mais ce n'est pas forcément le cas partout.*

*Ma conclusion c'est qu'il faut bien essayer sa combinaison avant achat mais il n'y a qu'en condition de plongée que l'on teste vraiment les performances et la taille du produit. Dans le cas de ma combinaison, la souplesse d'un néoprène peut faire « perdre » 2 tailles. Du haut de mes 1,60m et de mes 59Kg, je n'ai pas vraiment le profil XS, mais c'est toujours flatteur d'enfiler ma combinaison sachant ce petit détail. Ayant contacté le fabricant, ce n'est pas*

## Matériel de plongée – Réalité du besoin

*un élément marketing mais plutôt un effet de bord inattendu de leur nouvelle qualité de néoprène très souple.*

*Les marques de plongée ne prennent pas encore suffisamment en compte les particularités morphologiques du corps féminin. Tous les fabricants font de gros efforts en R&D dans ce domaine car c'est un marché porteur et en devenir.*

*2 femmes peuvent avoir le même tour de hanches et de cuisses mais la taille de leur poitrine les orientera vers des tailles de combinaisons différentes. Une plongeuse avec une poitrine généreuse est obligée de prendre 1 à 2 tailles au dessus que son binôme à la poitrine plus petite pour pouvoir respirer dans son vêtement quand elle emprunte du matériel dans les clubs ou quand elle achète des produits standards. L'inconvénient c'est qu'elle est moins bien protégée du froid dans ce cas de figure sur le reste du corps et à moins de se faire faire une combinaison sur mesure ce qui a un coût plus important, cela reste une fatalité. Toutes les marques font cependant des efforts sur les coupes féminines et la qualité des designs s'améliore d'année en année.*



*[Cet exemple me fait penser aux bottes. Toutes les femmes achètent des bottes et pendant très longtemps, les chausseurs proposaient divers modèles et différentes pointures mais il n'y avait pas de taille de mollet différentes par pointure. Pendant des années certaines femmes ont renoncé à leurs achats bien qu'elles avaient trouvé le modèle qui leur plaisait dans la bonne taille. Là encore, pour avoir le modèle à sa taille de mollet il fallait passer par du sur mesure bien plus onéreux.*

*Dans un premier temps les fabricants ont commencé par mettre des élastiques aux mollets. Plus ou moins discrets et rigides. Ils convenaient à certaines mais ne répondaient pas à toutes les problématiques.*

*Ensuite, ils ont fini par lancer des collections avec 3 tailles de mollet S, M, L pour chacune des pointures. Aujourd'hui on ne les trouve pas sur tous les modèles mais même les enseignes à petit prix s'y sont mises et les ventes explosent tous les ans, preuve de la nécessité d'écouter sa consommatrice.*

*Un autre exemple récent dans l'habillement c'est la marque de jean's Levi's qui a écouté ses consommatrices. Ils ont depuis longtemps proposé plusieurs longueurs pour toucher un marché des consommatrices plus grandes et éviter des frais de retouches systématiques aux plus petites consommatrices. Ils ont renouvelé ce concept en s'attaquant aux 3 endroits morphologiques stratégiques pour une femme qui veut porter un jean : cuisses, fesses, hanches. Certaines femmes ont plus de fesses et peu de hanches, d'autres ont de belles hanches et de belles cuisses mais pas beaucoup de fesses. Ils ont donc développé une gamme qui standardise une forme de sur-mesure en proposant une collection qui mixe 3 tailles sur ces 3 zones.]*

## De la difficulté d'enfiler sa combinaison de plongée

**Exemple vécu au féminin :** Ma première combinaison de plongée est une combinaison 5mm « premier prix » achetée dans un magasin de sport. J'ai eu beaucoup de mal à l'enfiler dans la cabine du magasin qui devait faire moins de 2m<sup>2</sup>. L'absence de climatisation et le manque d'entraînement à cet exercice ont dû certainement jouer en ma défaveur. Je trouve la combinaison et la surveste à ma taille. La surveste est une taille au dessus de la combinaison, je n'ai toujours pas compris pourquoi. J'arrive sur le bateau pour mes premières plongées. Il nous a fallu à mon binôme et moi plus d'une demi-heure pour enfiler notre combinaison. Nous sommes les 2 seules femmes du groupe et les seules dans ce cas. Les plongeurs masculins n'ont pas ce problème.

Mon binôme est plus expérimenté que moi. Elle a une 7 mm semi étanche et moi une 5 mm humide neuve. On nous a donné durant toute la semaine des tas de conseils pour que ça aille plus vite :

- mouiller la combinaison,
- mettre du talc (ce qui fait des grumeaux),
- mettre du savon ou de l'huile solaire (pas très écolo),
- utiliser des sacs plastiques pour au moins enfiler les pieds (j'ai eu des rayures sur les jambes toute la semaine et j'ai percé les sacs avec mes ongles, pas concluant)

Toute la semaine nous nous sommes donc préparées sur le pont du bateau, ½ heure avant le briefing par 40° de soleil face à la mer car c'était le seul endroit dégagé. Spectacle garanti pour le reste de notre groupe (les hommes) qui s'habillait en 5 minutes. Pour nous c'était différent : au bout d'une demie heure de lutte avec notre vêtement, nous étions ma binôme et moi rouges, en sueur et fatiguées par un tel effort avant même d'être entrées dans l'eau. Qu'est ce qui bloque ?

**Mixte / Au masculin :** D'abord les pieds et les mains car les plongeurs homme utilisent des sacs plastiques. C'est bien qu'il y a un souci à l'enfilage.

Cela vient à mon avis des manchons et de la feuille anglaise. Ils assurent l'étanchéité mais malgré leur souplesse, ils restent difficiles à enfiler et ils glissent mal pour les plongeurs comme pour les plongeuses.

Pour le reste du corps les hommes ont moins de spécificités morphologiques mis à part leur corpulence (taille/poids).

**Au féminin :** Pour les plongeuses, il y a des points de blocage à presque chaque étape ensuite :

- A partir des genoux : des cuisses plus ou moins larges, plus ou moins musclées et la peau plus ou moins lisse.
- La culotte de cheval qui est également un problème lié à la largeur des cuisses et qui va souvent avec de fortes hanches
- Des hanches : les femmes sont conçues pour procréer, elles ont donc des hanches plus larges et c'est souvent un point difficile à passer lors de l'enfilage, même pour les filles qui ont des cuisses fines ou qui sont plutôt menues.
- Les fesses pour des raisons évidentes car elles dépassent à l'arrière. Le plus souvent, les fermetures éclair des combinaisons ne descendent pas jusque là, dommage car cela aiderait grandement. Il serait intéressant de savoir pourquoi ?
- Le petit ventre
- La poitrine : les femmes doivent faire très attention avec les combinaisons de plongée. Les plongeuses aux poitrines généreuses se trouvent souvent comprimées, ce qui peut entraîner des douleurs ou des problèmes pour respirer.

Mon amie une fois sa combinaison enfilée doit toujours se faire aider pour fermer sa semi étanche, tout comme un de nos encadrants et les 2 sont pourtant très soigneux avec leur matériel. Les systèmes de fermeture éclair des semi étanches ne permettent pas au plongeur ou à la plongeuse d'être complètement autonome dans leur préparation (habillement).



*Pour faciliter l'enfilage, on m'a un jour conseillé d'utiliser un collant en nylon. Cela a divisé le temps d'enfilage de ma combinaison par 2 voire par 3 ! Le nylon facilite l'enfilage et fait glisser n'importe quel néoprène même sur les zones les plus difficiles. Cela a aussi l'avantage de faire une petite couche en plus appréciable en eau froide.*

*Points négatifs :*

- *Ils ne vont pas jusqu'en haut mains / bras donc la difficulté reste la même à ce niveau*
- *il faut en acheter 1 par jour de plongée car ils filent vite ou un seul pour le séjour mais de très bonne qualité (le prévoir noir ou de couleur pour rester coquette)*
- *Ne pas avoir peur des moqueries sur le bateau car les plongeurs et les moniteurs ne sont pas avares de railleries.*

*Forte de ces remèdes de grand-mère trouvés sur le tas, je me demande pourquoi aucun fabricant n'a encore eu l'idée de tapisser l'intérieur des combinaisons de nylon, de faire descendre les fermetures éclair plus bas jusqu'aux fesses pour aider les plongeuses à mieux passer hanches et fesses et de faciliter la fermeture des fermetures éclair sur les semi-étanches.*

## L'entretien de la combinaison

Jamais de produits vaisselle ou autre détergents agressif pour la peau. Après chaque sortie, il faut rincer votre vêtement à l'eau douce et le faire sécher à l'abri du soleil. Certains ont prit l'habitude de mettre leur combinaison en machine. L'étiquette de produit précise « lavage à la main ». A vous de voir.

Il faut savoir également que le gaz contenu dans les cellules s'évapore de façon naturelle. Un vêtement qui n'a jamais été utilisé et qui est resté sur dans les rayons un certain temps a perdu une grande partie de son pouvoir isolant. Pour finir sachez que le meilleur des néoprènes possède une durée de vie d'environ 5 ans ...





## Le gilet

Connu sous les termes : « S.S.G, S.G.S, bouée, stab, gilet, jacket » il est constitué d'une enveloppe gonflable supportant le bloc et permettant un réglage permanent de la flottabilité. Ce sont là les deux rôles essentiels du gilet : porter le bloc désormais dépourvu de toute sangle et modifier à volonté la flottabilité du plongeur, en surface ou au fond. Derrière son aspect parfois très technique, pour ne pas dire High Tech, le gilet n'est en fait qu'un sac étanche muni d'un système de gonflage, le direct-system ou inflateur, et d'un ou plusieurs dispositifs de vidange, les purges. Ses qualités dépendent des matériaux utilisés, du soin apporté à sa réalisation, de sa forme, de la qualité des accessoires périphériques (boucles, fermetures, inflateur, etc.).



## Un peu d'histoire

Au commencement, « le plongeur », ou plutôt « L'homme - grenouille » portait sa



bouteille avec des bretelles, on « sanglait le bloc ». Une sous-cutale reliée à sa ceinture de plomb retenait la bouteille pour ne pas le blesser lors d'un canard un peu trop viril.

Il était lourd et ne pouvait compter que sur le volume de ses poumons pour faire varier sa flottabilité. Puis la "Fenzy" est apparue, une enveloppe en toile enduite de caoutchouc, qui se gonfle à l'aide d'une petite bouteille d'air de 0,4 litre et se porte

autour du cou. Celle-ci a été conçue au départ comme un dispositif de sauvetage pour l'évacuation des sous-marinières.

À l'époque, pas question de gaspiller son air pour modifier sa flottabilité. La bouée était réservée aux cas d'urgence. Seuls les plongeurs aguerris apprenaient à manipuler la PA : « je percute, remonte pleine balle, je m'arrête, me stabilise à - 3 mètres ».

Eh ! Oui c'était « chaud ».



Des années 1960 jusqu'à la fin des années 1970, la bouée collerette prévaut chez les plongeurs, dans toute L'Europe et outre-Atlantique. Dans le milieu des années 1970, avec l'apparition de l'inflateur alimenté par le 1er étage du détendeur, son approche va être progressivement métamorphosée. Elle va pouvoir être gonflée à volonté. De la simple bouée de sauvetage, la Fenzy se transforme en aide à la flottabilité. Les réticences restent fortes et les puristes mettent un point d'honneur à se lester au plus juste et à ne pas utiliser leur bouée comme correcteur de flottabilité.

La révolution viendra des États - Unis, dans les années 1980. Les fabricants vont chercher à résoudre les inconvénients de la collerette qui est inconfortable lorsqu'elle est gonflée. En effet, elle provoque des difficultés pour nager et un équilibre aléatoire hors de la position verticale. Ainsi, des précurseurs, comme Seaquest et Scubapro, imaginent une nouvelle géométrie avec des volumes gonflables qui se greffent sur le back-pack : le dossier rigide qui porte désormais la bouteille. Du tour de cou, ils vont passer dans le dos, en

fer à cheval, sur les épaules, les flancs ou le devant pour finalement aboutir à la forme que nous connaissons. Le gilet de stabilisation, "stabilizing jacket" dont Scubapro dépose le brevet peut prendre son essor.

Cet essor sera freiné, en France, où ont lieu des débats épiques entre antis et pros stabs avec une mauvaise foi d'arrière - garde. Néanmoins, les apports incontestables du gilet l'imposent peu à peu.

Au-delà du confort et donc de la sécurité apportée par une gestion plus fine de la flottabilité, c'est désormais le gilet qui porte la bouteille. Autour de lui, viennent aussi se greffer les éléments accessoires ... mais néanmoins non dépourvus d'intérêt. Depuis cette époque, le gilet n'a cessé de s'améliorer.

## Nostalgie quand tu nous tiens ! Propos d'un ancien :

« Pour la plongée à l'ancienne, j'ai commencé (8 ans) avec un 12L long et pas de gilet ou Fenzy ou même océane puis en grandissant, prenant des poils etc ... je suis passé comme les grands au 2x9L toujours sans rien ... des sangles bon il est vrai qu'on raclait un peu le fond mais bon c'était aussi une bonne école du lestage minimal car on n'avait pas trop envie de se remonter 8kg de plomb en fin de plongée et on ressentait bien la différence de conso même sans mano !)

Lorsque j'ai dû passer au gilet j'ai d'abord essayé une Fenzy qui trainait dans un coin ben ... pas toujours convaincu, pas très confortable, enfin on sait pourquoi on appelait ça le « rond de chiottes ».

Après je suis passé à l'océane que je n'aurais jamais quittée si les sangles n'avaient pas disparues. Toutefois le gilet j'aime bien même si au détour d'une plongée je peux retrouver mon océane pour une plongée au DC 55 ou bien rien et faire un tour avec un mistral toutefois je suis sûr que mes années sans gilet m'ont fait acquérir une maîtrise de la flottabilité que je n'aurais peut être pas eue si j'avais commencé tout de suite à la stab... »

## Anatomie d'un gilet de plongée





## Le gilet et ses fonctions essentielles

- Il doit permettre au plongeur de se maintenir en surface, en toute sécurité avec un confort optimal. Ainsi, il faut que les volumes qui agissent sur sa flottabilité soient judicieusement placés.
- Il doit permettre au plongeur en immersion d'obtenir une flottabilité neutre en corrigeant les variations dues à la profondeur d'évolution, à sa consommation d'air etc. Ainsi, il faut que son volume soit suffisant et que les commandes de gonflage, dégonflage soient efficaces et d'une utilisation pratique.
- Il doit permettre au plongeur de regagner la surface, en toutes circonstances. Ainsi, le gilet doit avoir un volume de flottabilité suffisant et un inflateur de débit suffisamment efficace au moins jusqu'à 60 mètres (Cette dernière caractéristique n'est pas demandée par la norme).
- Il doit permettre d'obtenir un équilibre indifférent en fonction de sa position. C'est un élément important du confort dont on parle malheureusement trop peu. Pour cela, il faut que les différents volumes de flottabilité et que le lest soient judicieusement répartis. Le centre de flottabilité doit se confondre avec le centre de gravité. C'est une condition très difficile à réaliser car ces caractéristiques sont essentiellement variables. De plus, il y a parfois contradiction entre l'équilibre recherché en immersion et en surface.

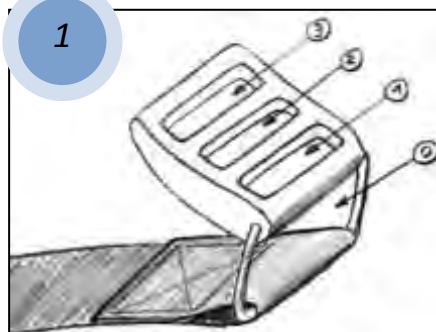
Ces considérations ne doivent pas être oubliées lors du choix d'un gilet de plongée



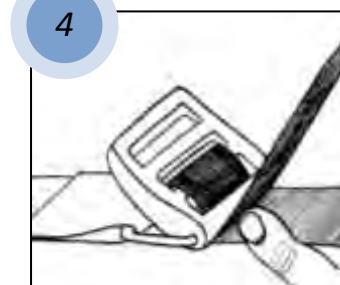
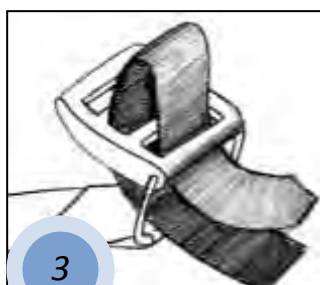
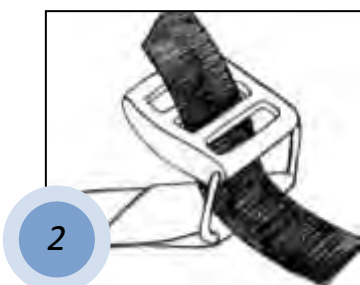
## La fixation de la bouteille

C'est bien souvent la première chose à faire en sortant le gilet du sac de plongée. C'est aussi la première prise de tête car il faut admettre que de fixer le bloc sur le gilet pour le non-initié n'est pas chose aisée. Savoir par quelle fente commencer pour passer la sangle ou encore régler la longueur du sanglage des boucles métalliques (système super cinch) contribue parfois à un casse tête mémorable. Certains diront que cela nécessite un peu de jugeote et d'observation mais pour les autres il existe des moyens mnémotechniques : « 0213 » et pour les puristes « 02103 ».

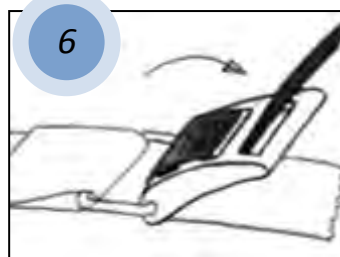
(Dessins Jean-Luc ULMER)



- 1- La boucle comporte 4 passages : un anneau « 0 » 3 fentes « 1, 2, 3 » soit «0213».



- 2- Enfiler la sangle par l'anneau « 0 », la faire ressortir par la fente « 2 »
- 3- Repasser par la fente « 1 » (puis l'anneau « 0 »)
- 4- Bien tendre et bloquer à l'aide du pouce.



- 5- Repasser par la fente «3» sans relâcher le pouce.
- 6- Bien tendre et rabattre l'ensemble. Un «clac» doit être audible.

La présence d'une petite sangle permet le maintien en position du gilet pendant sa fixation. C'est un accessoire bien utile lorsque la sangle du bloc se défait et reste une sécurité non négligeable lorsque votre bouteille glisse.

Attention, à certains modèles de gilets utilisant deux systèmes de sanglage : ceux-ci présentent parfois la particularité de sangles trop éloignées l'une de l'autre pour s'ajuster parfaitement à un bloc 12 litres court. Ainsi, si le gilet est bien positionné, la sangle basse mord largement sur le culot de la bouteille.

Toujours est-il, qu'il y a les gilets simples à fixer d'autres moins. Certains même laissent de mauvais souvenir et des doigts endoloris quelques minutes avant la plongée.



## La poignée de portage

Hormis dans les clubs associatifs œuvrant dans les piscines, les bouteilles n'ont en général plus de poignées. Le gilet est donc désormais la seule solution pour transporter son scaphandre d'un point à un autre. Evidemment, si le déplacement est long, on peut porter l'ensemble gilet/bloc sur le dos, néanmoins, une poignée bien conçue, idéalement placée et suffisamment épaisse facilite la manutention. Celle-ci doit être assez épaisse pour ne pas blesser la main, accessible lorsque le bloc est équipé de son détendeur complet et ne pas pincer les doigts quand on soulève le bloc. Enfin, il est à noter que les poignées bien conçues, gérant l'équilibre général éloigne la bouteille des mollets quand on porte le scaphandre.



## La taille

C'est l'un des éléments essentiels à prendre en considération lorsqu'on veut acheter un gilet de plongée. Si les bouées collerettes convenaient à peu près à tout le monde, les gilets, par contre, nécessitent une approche différente car beaucoup de paramètres influencent le maintien de la bouteille et le confort du plongeur.

98 % des gilets sont aujourd'hui réglables, facilitant ainsi le choix. Mais nous devrions plutôt dire « ajustables » car dans la réalité nous sommes obligés de prévoir plusieurs tailles.

Suivant le système américain, les tailles s'expriment par "Small, Médium et Large" pour petite, moyenne et grande. A ceci il faut ajouter la lettre X qui est une nouveauté venant du mot américain "Extra" dont on ne retient que le début de la prononciation. On en fait XL signifiant "Extra Large". Mais on trouve aussi, par exemple, "XX Small" pour très, très petit... Il faut noter que ces tailles sont étroitement liées à la flottabilité maximum qui s'exprime en Newtons et parfois par leur volume en litres. Un litre donne à peu près 1 déca Newton (10 Newtons) de flottabilité.



Les gilets à l'origine ont été conçus pour les hommes. De ce point de vue, ils n'ont donc pas de particularité si ce n'est la taille et le volume, en général plus important.

Depuis une dizaine d'année, les fabricants se sont attachés à tenir compte des particularités de nos compagnes. Les modèles féminins ont en général une coupe qui dégage la poitrine et un rembourrage plus important au niveau des lombaires pour la cambrure des reins.



Malheureusement, pour les petites tailles, elles n'ont pas toujours une flottabilité suffisante pour assurer la fonction d'encadrant.

Les fabricants ont aussi commencé à réaliser des gilets pour les enfants. Mais pour des contraintes de stock de matériel, on se contente parfois d'utiliser les tailles les plus petites prévues pour les adultes (avec un volume à partir de 10 litres). Ceux qui les encadrent savent combien un stab prévu pour un adulte n'est pas adaptée à un enfant, notamment parce qu'il doit pouvoir s'adapter à des bouteilles de faible contenance (5 à 8 litres).

De nombreux plongeurs considèrent la capacité d'un gilet comme l'un des principaux critères de choix. Il faut se souvenir qu'un gilet est destiné à compenser une perte de flottabilité et non à corriger un lestage trop élevé.

Un stab de voyage de faible capacité sera tout à fait suffisant pour remonter un plongeur en difficulté par 40 m de fond s'il est correctement lesté. Pour compenser la perte de flottabilité, il suffit d'ajouter quelques litres d'air dans le gilet. Dans la majorité des cas, il reste alors une dizaine de litres disponibles pour remonter en cas de problème. Il est donc inutile de choisir la taille supérieure sous prétexte d'avoir un volume plus important.

Ce discours est différent pour un Guide de Palanquée qui peut être amené à remonter un autre plongeur. Dans ce cas, un volume plus important constitue une marge de sécurité.



Il est très important de l'essayer idéalement en situation, à défaut en magasin, avec une combi (ou un gros pull). Dégonflé, le gilet ne doit pas « flotter » exagérément ; gonflé, il ne doit ni compresser, ni procurer de sensation d'oppression. La ceinture ventrale matelassée ne doit pas être serrée à l'excès, ni "mordre", sur une trop petite surface de Velcro.

## L'inflateur

Un gilet est un dispositif gonflable et il ne sert à rien sans un inflateur de qualité. Certains réagissent vite et fort, d'autres sont plus progressifs. Le Guide de Palanquée sera plus sensible à un inflateur nerveux que celui qui ne fait que de la balade. Les boutons de commande gonflage/dégonflage doivent être accessibles,



aisément manipulables (même équipés de gants) et clairement différenciés. On veillera particulièrement lors de notre achat que l'ergonomie de l'ensemble permet des manipulations spontanées.

Quelque soit le modèle, le débit de l'inflateur peut varier de manière considérable en fonction du détendeur adopté. N'hésitez pas à l'utiliser avec votre détendeur avant de statuer sur votre choix.

Certains inflateurs peuvent être équipés d'un 2<sup>ème</sup> étage de détendeur. Ils font alors office de détendeurs de secours. Autre possibilité, un modèle mixte, inflateur-respirateur (type Air Source) très polyvalent.

Attention, en cas d'encadrement, les normes de sécurité en vigueur imposent l'utilisation de deux détendeurs bien distincts.

## Les purges

Tous les modèles sont au minimum dotés d'un système de purge simple par le biais de l'inflateur, dite purge lente. Pour vider le gilet, on élève le tuyau annelé et on appuie sur le bouton correspondant. Ce système est le plus souvent doublé d'une purge rapide, parfois combinée à l'inflateur. Dans un cas elle est sur l'épaule opposée à l'inflateur et s'actionne par l'intermédiaire d'un cordon, dans le second le cordon passe dans le tuyau de l'inflateur, et actionne la purge située dans sa partie haute, ce système est appelé « Fenstop ». Enfin on trouve parfois une ou deux purges basses permettant de vider le gilet en position horizontale ou de descente, sans avoir à se redresser. Les inflateurs sont parfois vendus à part et leur débit varie d'un modèle à l'autre.

A noter qu'une purge doit tomber naturellement sous la main quand on doit dégonfler en urgence, mais doit avant tout permettre de régler finement sa flottabilité.



## Le système de lestage

Hormis pour les modèles les plus basiques, les poches à lest largables se sont généralisées. Ces systèmes remplacent la ceinture de lest traditionnelle. Les plombs sont logés dans des sacs fermés par un rabat à Velcro, glissés dans les poches spéciales du gilet. Par sécurité, elles sont maintenues par des boucles à largage rapide. Chaque poche à plombs peut recevoir généralement jusqu'à 5 kg, ce qui est largement suffisant pour un plongeur de loisir vêtu d'une combinaison humide.



L'utilisation de ce système de lestage supprime la gêne causée par l'appui des plombs sur les hanches, et permet une manipulation facile même avec des gants épais. Par contre, la manipulation des systèmes de verrouillage ne doit pas tourner au casse tête et rester intuitive.

Plus intéressantes sont les poches à lest secondaires qui permettent de répartir les poids de manière idéale.



## Les poches et anneaux

Des accessoires qui ont le mérite de rendre la plongée plus confortable. Poches et anneaux de fixation doivent être judicieusement placés. Les zips d'ouverture des poches doivent se trouver rapidement. Les poches doivent être assez grandes pour ranger une lampe de plongée.

## Denier ou Tex ! Qué za quo ?

Le « denier » est une ancienne unité de mesure du titrage des fils continus caractérisant leur finesse. Le denier a été remplacé par le « tex », mais reste toutefois d'actualité aux USA.



Système **DENIER** (système USA) = Nombre de grammes pour 9000 mètres de fil.

Système **TEX** (système décimal) = Nombre de grammes pour 1000 mètres de fil.

Un tissu de 420 Décitex est donc moins lourd qu'un tissu de 840, mais, à technique de confection égale, moins solide. Assurément, il existe de « bons » 420 et de « mauvais » 840 mais un tissu plus léger se déforme toujours plus sous le poids du bloc et cette déformation finit toujours par provoquer une altération du tissu. A la longue l'enveloppe devient poreuse et on perd forcément en longévité.

C'est peut être le cas des gilets dits « de voyage » qui en passant de 5 kg à 2 kg ne sont pas faits pour résister.

## La wing

Issue de l'univers « Tek » elle se compose d'une plaque d'aluminium ou d'inox, d'un harnais et d'une bouée dorsale de volumes et de formes différentes. Elle permet ainsi de configurer son gilet un peu comme un LEGO, mais reste assez marginale malgré ses avantages.

Elle est le plus souvent utilisée par les plongeurs Trimix et plongeurs souterrains. Son rôle est de soulager le plongeur du poids important du matériel induit par ce type de plongée.

En forme de « U » retourné ou circulaire « donut ».

L'usage des wings se généralise de plus en plus dans la plongée loisir (pour les accros). Néanmoins, la capacité optimale destinée à la plongée profonde (entre 45 et 50 litres usuellement) est trop importante pour la plongée loisir pour laquelle une capacité de 25 litres est largement suffisante.



## **L'entretien et le stockage**

Je ne saurais trop vous conseiller de vous raccrocher aux directives des fabricants qui préconisent le plus souvent de :

- Rincer le gilet soigneusement, à l'intérieur et à l'extérieur avec de l'eau douce, après chaque utilisation (n'utilisez pas de solvant agressif ou de liquide de nettoyage hormis les produits bactéricides et fongicides).
- Sécher le gilet en faisant attention à ne pas l'exposer à la lumière solaire directe.
- Éviter une exposition prolongée ou répétée à l'eau chlorée, telle que dans les piscines.
- Laver immédiatement votre gilet stabilisateur après une utilisation dans une eau chlorée.
- Ranger votre gilet stabilisateur, une fois qu'il est parfaitement sec, en le gonflant partiellement dans un endroit frais, sombre et sec.

## **Le choix du gilet**

Si l'offre du marché des stabs est si ample, c'est vraisemblablement le résultat des campagnes marketing des fabricants, mais aussi leur souci de répondre à la diversité des demandes. Certains plongeurs détestent les réglages multiples alors que d'autres en raffolent. Il existe aujourd'hui, une affluence de modèles répondant à toutes les silhouettes, à tous les usages et à toutes les envies.

Il est complexe de se décider face à une telle offre. Le critère plus important que le type du gilet c'est son utilisation qui devra orienter votre choix.

Pour le choix, il faut se poser les bonnes questions: un pratiquant régulier, qui plonge en lac avec un bi 2 x 10 litres, n'a pas les mêmes besoins que celui qui plonge occasionnellement en mer chaude. Le matériel à gréer, la corpulence, la recherche ou non de légèreté, la pratique et le milieu sont des éléments à prendre en compte.

Pas de désarroi, pour une pratique loisir, l'écrasante majorité des modèles peut convenir.

Hormis les éléments cités précédemment, il y a certains détails qui comptent plus que d'autres : La qualité des coutures, du tissu, des finitions, du matelassage, anneaux de fixation, poches à accessoires, fixation du couteau, etc. Ce sont eux qui vont accroître le confort, la fiabilité, la polyvalence et enfin.....le prix du gilet.

Ci-dessous lien avec le mémoire de Jean Claude Jonac (IN)

« De la bouée à la stab »

[http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/de\\_la\\_bouee\\_a\\_la\\_stab.pdf](http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/de_la_bouee_a_la_stab.pdf)

**Ce n'est pas tant le gilet qui certifie le "gage de sécurité", mais bien celui qui le manœuvre.**



## Les ordinateurs de plongées

Durant des décennies, l'instrumentation du plongeur était réduite à sa plus simple expression. Une montre, un profondimètre mécanique, des tables et ...son cerveau. C'était au siècle dernier. Depuis tout s'est précipité.

Aujourd'hui, l'ordinateur de plongée est devenu un accessoire incontournable, et permet (selon les modèles) de calculer la décompression en fonction de différents facteurs.

- La température de l'eau.
- L'Essoufflement du plongeur (pour les ordinateurs à gestion d'air).
- La fréquence cardiaque du plongeur avec majoration de la décompression en cas d'effort trop important.
- L'autonomie en air avec contrôle de la consommation.
- La pression atmosphérique (altitude ou mer).
- Densité du milieu d'évolution (eau douce ou mer)



## Un peu d'histoire

Jusque dans les années 1970, tout est mécanique : la montre, avec sa lunette tournante, le profondimètre à tube de bourdon, et même la réserve du bloc. Pourtant, dès les années 1960, la firme italienne S.O.S. commercialise un décompressimètre. Dans un boîtier rigide, une poche souple se comprime sous l'effet de la pression. Le gaz, qu'elle contient, passe progressivement à travers un élément microporeux, simulant ainsi l'absorption d'azote par l'organisme. La lecture s'effectue par le biais d'une aiguille sur un cadran gradué. Ce principe est par la suite décliné à d'autres décompressimètres bénéficiant de plusieurs éléments microporeux pour affiner les résultats.



Il faut attendre 1983 La sortie de l'ordinateur **Hans Hass DecoBrain** par la société liechtensteinoise **Divetronic** marquant l'entrée de l'informatique dans la plongée loisir.

Bien que gros et lourd, ce pionnier fut vendu à plus de 3000 exemplaires. Il était annonciateur de la future révolution dans le domaine de la décompression, révolution que

laissaient présager la miniaturisation des composants électroniques et surtout la publication, également en 1983, par le Prof. Bühlmann de ses travaux sur la décompression.

L'année 1987 marque un tournant. Simultanément apparaissent, en France, le SME-ML du Finlandais **Suunto** et l'Aladin du Suisse **Uwatec**, commercialisé par **Beuchat**.

Tous deux sont très compacts et constituent de véritables ordinateurs, qui calculent en temps réel l'absorption et la décompression d'azote en s'appuyant sur des algorithmes mathématiques. Le premier est sanctionné par un design morose et par une nouvelle approche de la décompression. En effet, il fait appel à des notions de

profondeur plafond et plancher pour les paliers, qui perturbent les habitudes. Plus traditionnel, avec des profondeurs de paliers fixes et non limitées, le succès du second sera immédiat.

## L'ordinateur et le marché

Le progrès a quand même un bon côté. Que ce soit en Europe ou outre-Atlantique, le choix des modèles s'est intensifié. Apportant à chaque fois son lot grandissant de



précision, de rigueur et de fonctions supplémentaires. Avec l'augmentation des vitesses de calcul, des capacités mémoires et de l'autonomie électrique, un plus grand nombre de paramètres sont intégrés : pression atmosphérique, température de l'eau, micro bulles circulantes, vitesse de remontée, fréquence cardiaque ... À tel point que les ordinateurs actuels sont devenus de véritables complexes technologiques. En effet certains sont désormais capables de gérer non seulement un Nitrox allant de l'air à l'oxygène pur, mais également plusieurs mélanges suroxygénés, voire HélioX ou Trimix. Et tout ceci au cours de la même plongée !

Force est de reconnaître, que ces "petits bijoux de technologie", avec leur possibilité d'interfaçage PC, de personnalisation, de carnet de plongées, avec ou sans compas électronique, nous sont aujourd'hui devenus indispensables.

## Les différents modèles d'algorithme

A l'épicentre d'un ordi de plongée, se trouve un programme de calcul défini à partir de travaux scientifiques sur la décompression, garanti ou retouché par les résultats de statistiques. Le tout est ensuite transformé en programme informatique. Ainsi on obtient un modèle mathématique, appelé « algorithme » que l'on incorpore dans un microprocesseur. En plongée quelques capteurs fournissent les informations nécessaires aux calculs, ensuite, le programme fait son travail. Il est tout de même important de prendre en considération que ces modèles essaient de modéliser au plus juste les processus physiologiques mais restent avant tous des modèles mathématiques.



Les différences d'algorithmes utilisés selon les marques vont provoquer des écarts significatifs au niveau des temps de décompression entre différents ordinateurs. Ainsi certains seront plus « conservateurs » que d'autres.

**Uwatec** (maintenant **Scubapro**) utilise un modèle Bühlmann, le ZH L 8 ADT-MB-PMG, modèle à huit compartiments paramétrables par l'utilisateur en fonction des conditions de plongées. Scubapro a l'exclusivité de ce modèle modifié en version MB pour les GALILEO SOL, LUNA et l'ALADIN 2G.

**Suunto** utilise un modèle issu des travaux de Wiencke à huit ou neuf compartiments modifié en version RGBM pour toute la gamme actuelle et reste un des plus conservateur.

**Beuchat** utilise un modèle Bühlmann ZH L 16C modifié pour son VOYAGER EVOLUTION.

**Océanic** utilise sur la plupart de ces ordinateurs un double algorithme Desat / Pélagic Bühlmann et chaque utilisateur peut choisir son mode de décompression.

**Mares** utilise un modèle Mares-Wienke avec adjonction d'un protocole RGBM et palier profond pour l'ICON-HD et le NEMO WIDE.

**Cressi** fait appel à un modèle Bühlmann ZH L 12 et ZH L 8 à douze compartiments élaboré par Randy Bohrer pour l'EDY II et l'ARCHIMEDE II.

### Lexique

**Bühlmann, Spencer, Rogers et Powell, Bohrer**: nom des physiologistes qui ont déterminé les bases des algorithmes des ordinateurs.

**ADT** : adaptable. Est adaptable l'algorithme qui prend en compte des variables comme la température de l'eau, la respiration du plongeur, etc.

**RGBM** : Reduced Gradient Bubble Model ou modèle à gradient de bulles réduit. Série d'algorithmes prenant en compte les microbulles circulantes.

**MB** : Micro Bulle

**Compartiments** : autrefois "tissu". C'est le regroupement de tissus virtuels du corps humain qui réagissent de façon identique à l'azote. Un compartiment est défini par sa période, soit le temps nécessaire pour arriver à moitié de la saturation.

## **Au poignet ou en console ?**

La majeure partie des ordinateurs sont conçus pour être portés au poignet. Il est vrai, qu'un ordinateur en console ne risque pas d'être oublié, d'autant plus s'il gère la gestion de l'air par flexible. Au poignet celui-ci est plus facilement consultable en toute circonstance. Dans ce cas le bracelet doit-être facile à régler, doit tenir en place, ne pas glisser, reprendre l'écrasement du vêtement avec la profondeur et se réajuster aisément. N'oubliez pas que si les ordinateurs classiques se portent en général sur la combinaison, les montres/ordis sont conçues pour être portée au poignet nu. A priori les ordinateurs les plus performants dans ce domaine aux dires des plongeurs sont ceux équipés de bracelets classiques en caoutchouc synthétique perforé et boucle type ceinture.

## **Qualité d'affichage et facilité de lecture**



Grand ou petit écran ? L'important c'est d'avoir une vue claire sur les paramètres qui s'affichent. La taille des chiffres, la séparation des données mais aussi la définition de l'écran, le contraste, la luminosité constituent là aussi des critères d'appréciation non négligeables. Sans oublier la qualité optique et antireflet des verres ou des protections d'écran quand il y a lieu. Tous les ordinateurs offrent plus ou moins cette facilité de lecture. Les montres/ordinateurs malgré une taille réduite de leur écran pourraient être pénalisées, mais leur qualité d'affichage est au rendez-vous. Bon nombre de plongeurs me l'ont confirmé.



Un petit mot tout de même sur les écrans OLED (*Organic Light-Emitting Diode*), présents par exemple sur les ordinateurs multi-gaz **L'OSTC**, **LIQUIVISION**... qui offrent une lisibilité exceptionnelle. Ses caractéristiques de luminosité et de contraste sont nettement supérieures au traditionnel écran LCD noir et blanc ou même couleur. En effet la propriété électroluminescente de l'OLED ne nécessite pas l'introduction d'un rétro-éclairage ce qui

confère à l'écran des niveaux de gris plus profonds et une épaisseur moindre.

### La limpidité des informations

Même si l'ordinateur possède un affichage irréprochable, il faudra veiller à ce que la lecture des informations soit intuitive. Qu'il n'y ait pas de confusion dans les données affichées, notamment lorsque qu'elles sont alternatives. En général, le plongeur français est habitué à un écran organisé autour de la profondeur, le temps de plongée et le temps restant sans paliers. La lecture et l'affichage de ces trois paramètres devront être évidents. Attention, aux ordinateurs vous obligeant une quelconque manipulation pour obtenir un de ces 3 paramètres.



### Les fonctions

Les ordinateurs actuels proposent des menus de plus en plus copieux. Établissez une hiérarchie de vos besoins. La fonction Nitrox est-elle accessoire, essentielle, ou un simple "plus" pour vous servira que dans certaines occasions? Envisagez-vous de simples plongées loisirs ou multi-gaz ? Un compas intégré est-il un gadget ou un accessoire bien utile? Les possibilités d'un paramétrage de votre ordi à l'aide d'un

interfaçage PC ont-ils de l'importance à vos yeux? La gestion de l'autonomie, avec ou sans flexible vous paraît-elle indispensable ? Attention aux ordinateurs dont les fonctions sont certes disponibles, mais difficile à trouver dans les menus ou pénible à lire. La fonction de doit pas être seulement présente, elle doit aussi être utilisable. Des modèles haut de gamme ont une fonction ICE (In Case of Emergency ou En Cas d'Urgence) qui permet



d'avoir accès aux données personnelles de l'utilisateur en cas d'accident: nom, numéros de téléphone, groupe sanguin, allergies... Toujours est-il que, plus vous serez



exigeant, plus le prix grimpera. En fonction de votre budget, vous serez ainsi conduit à vos propres compromis.

### **Facilité d'emploi et le « hors plongée »**

Ne vous laissez pas éblouir par la fiche technique de l'appareil. Allez dans un magasin et prenez l'ordinateur en main, manipulez-le, naviguez dans les menus.

Il ne reste plus guère de commande à contacts humides et les boutons poussoirs sont devenus incontournables. Associés à des menus défilants ils offrent aux ordinateurs une intuitivité contemporaine. On accède au menu par simple pression de ceux-ci, il faut parfois temporiser la pression sur le poussoir pour obtenir telle ou telle fonction. Son interface vous paraît logique, intuitive; l'écran, l'affichage, les icônes vous semblent clairs, lisibles; les fonctions qui vous seront le plus utiles sont-elles aisément accessibles? Si oui, vous êtes fait pour vous entendre. Sinon, ne prenez pas de risques et essayez le modèle d'à côté.



Ne négligez pas les fonctions "hors plongée". Le mode d'emploi doit être complet et compréhensible, la capacité mémoire et le carnet de plongées conformes à vos attentes, le mode planning facile à consulter. Un changement de pile par l'utilisateur est plus simple et moins cher, mais en passant par un réseau, on est sûr de retrouver son instrument parfaitement étalonné.

### **Constats et quelques conseils avant achat**

Aucune table ne peut garantir une absence totale d'accidents de décompression, ne demandez pas, par conséquent à des microprocesseurs de faire mieux. Si les tables limitent le nombre de plongées par jour, ce n'est pas parce que l'ordinateur les calcule que nous pourrions les faire sans prendre des risques.

Près de 80% des ADD ont lieu avec respect des procédures de décompression. On est dans ce cas en présence d'accidents dits inattendus, le plus souvent avec des facteurs de risques cumulés comme la fatigue, la déshydratation, plus de deux plongées par jour, le froid, l'embonpoint, l'âge...

Un instrument électronique peut tomber en panne et selon une étude du DAN (*Annual Diving Report 2008 édition*), l'ordinateur est la cause la plus fréquente d'un problème de matériel après le masque. Le plongeur aurait 8 fois plus de chances d'avoir un problème d'ordinateur que de détendeur. Mieux vaut donc prévoir un outil de secours. Constitué d'un simple jeu de tables (il est donc utile de continuer à apprendre à les lire), d'un mano, d'une montre et d'un profondimètre par exemple.

Aujourd'hui la majorité des modèles, même d'entrée de gamme, permettent de plonger au Nitrox. Une fonction qui peut être intéressante, puisque cette pratique est de plus en plus répandue (dès le plongeur Niveau 1).

Le marché propose des ordinateurs de plongée avec des modèles adaptables qui tiennent compte de certaines variables de votre plongée. D'autres modèles permettent le choix de modes plus ou moins conservateurs.



Il est également important de vérifier que votre ordinateur permet de mettre à jour son logiciel interne (en général avec une interface) pour le faire évoluer dans le futur. Tous les modèles ne sont pas évolutifs.

Les paliers profonds sont une des dernières théories à la mode. Elle est controversée en ce qui concerne la plongée à l'air. Selon une étude de DAN cette pratique serait bénéfique pour des plongées dont les profondeurs moyennes sont de 25 mètres et inutile, voire dangereuse, selon une étude française dans la tranche des 45-60 mètres.

<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=18436904>

Pensez que la pile au lithium de certains ordinateurs peut être changée soi-même alors que certains modèles nécessitent l'envoi à un SAV spécialisé.

La gestion de gaz est réellement intéressante en termes de sécurité pour connaître sa pression et son autonomie à tout instant.

Enfin, prenez conseil autour de vous. Faites appel à votre moniteur (trice), qui connaît votre niveau et vos besoins et multipliez les échanges avec d'autres plongeurs.

### **Quelques conseils après achat**

L'ordinateur est une aide intéressante à la plongée, ce n'est nullement un gage de sécurité écartant tout danger. Même un bon outil a ses limites et doit être utilisé dans un cadre bien précis pour éviter d'être dangereux. C'est la même chose avec un ordinateur en plongée avec lequel tout n'est pas possible.

Pour cette raison lisez attentivement le manuel et apprenez son utilisation avec votre moniteur ou monitrice... Evitez notamment les profils de plongée qui peuvent être dangereux de type yo-yo, inversé....Il est également préférable d'utiliser son nouveau matériel, plusieurs fois, dans des conditions de plongée faciles afin de se familiariser à son utilisation.

Une plongée, même avec un ordinateur, se planifie au sec avant de se mettre à l'eau. Gestion de la décompression et autonomie en gaz. D'autre part, on plonge en palanquée. Le plan de décompression doit être choisi en concertation et connu de tous.

Il est utile de comparer régulièrement ses indications avec d'autres et de ne plus utiliser un ordinateur suspecté de mauvais fonctionnement.

Le rinçage et le stockage de l'ordinateur doivent également être une source particulière d'attention. Le rinçage doit se pratiquer à l'eau douce et le stockage doit s'effectuer dans un endroit tempéré et sec. Il vaut mieux éviter de mettre l'ordinateur dans une boîte hermétique du type boîte plastique ou alors après y avoir fait des trous dans le couvercle.

Pour éviter de l'endommager, emportez-le toujours en bagage cabine avec vous quand vous prenez l'avion.

Et pour ceux qui désirent plus d'informations je vous conseille les mémoires de Sophie Le Maout (IR Idf) et Jean Marc Belin (IR PM).

<http://www.ffessm-ctridf.fr/accueil/PDF%20/Ordinateur.pdf>

[http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/memoire\\_jmbelin.pdf](http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/memoire_jmbelin.pdf)

## Les détendeurs

Elément indispensable à notre activité, le détendeur permet de respirer l'air, ou un mélange spécifique, comprimé à haute pression (HP) et emmagasiné dans la bouteille de plongée. Les détendeurs à deux étages, aujourd'hui unanimement utilisés, fonctionnent tous sur le même principe et ont tous le même rôle: permettre au plongeur de respirer de l'air en équipression avec le milieu ambiant et à la demande. Certes, ils ont chacun leurs spécificités techniques, mais leur mode de fonctionnement reste identique. L'air haute pression (HP) contenu dans la bouteille, irrespirable tel quel, est détendu en deux temps, par le premier puis le second étage. A la sortie du premier étage, l'air comprimé est détendu à une pression variant en fonction du modèle de détendeur autour de 8 à 14 bars, c'est la moyenne pression (MP) (le modèle Comex Super Physalie développé dans les années 70 délivrait une MP de 25 bars). Conduit par le flexible jusqu'au second étage, il est alors ramené à la pression ambiante et à la demande du plongeur.

Du vénérable Mistral qui effectuait ces opérations en une seule étape, nous sommes passés au détendeur à deux étages qui procède en deux étapes successives mais avec des performances et une facilité d'emploi bien supérieures. Les détendeurs modernes ont ajouté une notion jusque là inconnue : le confort respiratoire. En ce sens, ils ont bénéficié d'une meilleure compréhension de la mécanique des fluides, de l'emploi de nouveaux matériaux et d'un usinage plus pointu des pièces mécaniques.

Le principe de fonctionnement d'un détendeur est simple. On le comprend aisément avec un minimum d'attention. Malgré tout, je ne me lancerais pas dans des explications techniques, le nombre de pages m'étant compté. Bon nombre d'ouvrages ont développé ce sujet et je vous recommande plus particulièrement l'excellent travail de notre ami Henri LE BRIS Instructeur National de notre fédération :

<http://hlbmatos.free.fr/Detendeurs/Cadres%20d%E9tendeurs.htm>

## Un peu d'histoire

L'histoire de la plongée sportive est directement liée à l'invention du scaphandre autonome qui affranchit le plongeur des cordes et tuyaux qui le reliaient à la surface. Le pionnier de ce concept est un Anglais : William James qui en 1825 avait conçu un appareil permettant de transporter de l'air comprimé dans un réservoir circulaire en fer placé autour de la taille du plongeur. Il n'existait hélas pas de preuve que James ait plongé avec cet appareil et le crédit véritable de l'invention du scaphandre autonome revient à un Américain, Charles Condert, qui inventa un réservoir en forme de fer à cheval ; ce dernier, porté à la ceinture, débitait un flot continu d'air à un casque déformable. Condert plongea ainsi équipé plusieurs fois dans l'East River, à New-York avant de mourir en 1832 après la crevaisson de l'un de ses tubes d'air.



L'étape suivante, en 1865, est à mettre au crédit de deux Français, Rouquayrol et Denayrouze, dont le système de faible poids comprenait un réservoir cylindrique en métal contenant de l'air comprimé à 40 bars et porté sur le dos du plongeur.

Leur invention la plus importante fut un "détendeur" qui permettait au plongeur d'aspirer à demande de l'air à la même pression que l'eau environnante.

Avec le développement des réservoirs haute-pression, de nouvelles expériences avec l'air comprimé virent le jour. Louis Boutan, pionnier Français de la photographie sous-marine fabriqua un système respiratoire qui utilisait de l'air comprimé à presque 200 bars mais il revint aux japonais, entrepreneurs avisés, d'avoir commercialisé le "Ohgushi, appareil respiratoire sûr", breveté en Angleterre en 1918.



Le Commandant Yves le Prieur, de la Marine Nationale, fut lui aussi un pionnier important, en étant le premier à prendre conscience de l'importance ludique que pourrait avoir la plongée. Il fabriqua un appareil à air comprimé léger et un détendeur qui n'était pas tout à fait automatique. En 1935 il fonda le premier club de plongée à Paris.

Le premier vrai "poumon sous-marin" – Aqualung - automatique a été développé par un jeune Français du nom de Georges Commeinhes. L'ensemble était composé d'un cylindre double qui s'utilisait avec un masque facial intégral duquel l'air s'échappait grâce à une soupape spécialement conçue à cet effet. La soupape d'aspiration était placée entre les omoplates, et le système comportait un manomètre de contrôle de la pression. Celle-ci était de 150 bars. Cet équipement fut agréé par la Marine Nationale en 1937 mais Commeinhes mourut pendant la guerre en 1944.

Hans Hass, décida de faire des photos et des films sous-marins et conduisit sa première expédition en 1938, utilisant du matériel de sa propre fabrication. Jacques-Yves Cousteau, autre officier de la Marine Nationale, avait aussi de son côté travaillé au développement d'un scaphandre autonome après avoir été initié aux joies de la plongée par ses compatriotes Philippe Tailliez et Frédéric Dumas. En 1942, il s'associa avec l'ingénieur Emile Gagnan pour fabriquer un nouveau type de détendeur. Le scaphandre autonome moderne était né.



## Anatomie d'un détendeur de plongée

### Le corps du 1<sup>er</sup> étage

Il contient le mécanisme de détente HP (haute pression)/MP (moyenne pression). Il est usiné dans un bloc de laiton chromé, sauf à de rares exceptions (aluminium traité, titane ...). C'est une pièce plus ou moins massive protégée par un chromage lisse, satiné voire teinté. De la qualité de ce revêtement dépend la fiabilité de son aspect dans le temps. Moins lourd et volumineux sera le premier étage et plus léger sera l'appareil.

## Le mécanisme principal

Il est dit à piston (entretien facile), à membrane (plus complexe, mais offre une meilleure protection des pièces en mouvement), équilibré ou compensé (les efforts inspiratoires sont mieux régulés), surcompensé (l'ouverture du clapet HP/MP est assujettie à une assistance dynamique qui génère une légère augmentation de la MP, venant compenser soit les pertes de débit avec la profondeur – Aqualung, soit lorsque la pression du bloc chute en fin de plongée - Scubapro).

## Le raccordement

Il existe deux dispositifs de fixation du détendeur sur le bloc.

Le premier, s'effectue à l'aide d'un étrier INT que l'on serre sur la robinetterie à l'aide d'une molette.

Le second, appelé DIN est un filetage mâle qui se visse dans le filetage femelle de la robinetterie. A noter que ce dernier est plus répandu dans les pays nordiques ou sous dominance germanique.

La quasi totalité des détendeurs sont disponibles dans l'une ou l'autre version.

Bien que mécaniquement plus appropriée, la norme DIN tarde à être adoptée par tous. Pour une pratique courante, l'étrier reste donc la norme chez nous.

En revanche, si l'on utilise des blocs très haute pression (+ de 232 bars), le filetage DIN est indispensable. Il est également recommandé dans les cas de fortes contraintes (plongée spéléo, épaves, etc). Enfin, pour les voyageurs, les problèmes de compatibilité sont aujourd'hui résolus par l'adoption généralisée de robinetteries "multi-formats". Un opercule amovible permettant d'adapter facilement la robinetterie au détendeur qu'elle reçoit. Pour faire face à toutes les situations, on peut néanmoins acheter un détendeur à la norme DIN sur lequel on visse un étrier optionnel, choix du reste largement adopté par le voyageur...



## Les sorties MP et HP



7/16" UNF).

Pré-orientées, ou placées sur tourelle, elles facilitent l'orientation des flexibles. Une sortie repérée "principale" (sortie MP 1/2" UNF, présente encore sur certain 1<sup>er</sup> étage) est prévue pour le raccord du détendeur principal (orifice du passage en gros diamètre). ....On distingue ensuite les auxiliaires (sorties MP 3/8" UNF) pour les périphériques qui nécessitent une alimentation moyenne pression standard et les HP pour les branchements en haute pression (sorties HP

La prise en compte du nombre de sorties HP et MP n'est pas à négliger. Deux sorties HP peuvent paraître accessoires. Cependant, elles permettent de monter une console, un mano ou un ordinateur à gestion d'air du côté droit ou gauche. Un choix irréalisable avec un modèle à sortie unique.



Quant aux sorties MP, faisons l'inventaire: une pour le détendeur principal, une pour l'inflateur, une pour l'octopus et enfin une dernière pour le vêtement sec. Soit un total de quatre. Pas étonnant que les détendeurs haut de gamme soient dotés de 4 sorties !

## Le boîtier du 2<sup>ème</sup> étage

La grande majorité des boîtiers sont en matériaux synthétiques. La forme détermine le confort en bouche et la répartition des fluides. Sûr qu'au bout d'une heure de plongée on apprécie leur légèreté. De plus ils présentent l'avantage d'être insensibles à la corrosion. Certains modèles, généralement haut de gamme, sont semi-métalliques ou tout métal; ils résistent mieux au givre, mais sont plus fragiles aux chocs.



## Les réglages du second étage

La tendance est aux réglages tous azimuts. L'ouverture et la fermeture du clapet du 2<sup>ème</sup> étage, au rythme de la respiration du plongeur, est réglée sur la base de situations les plus fréquemment rencontrées en plongée loisir. Pour affiner ces réglages, un grand nombre d'appareils proposent boutons, molettes et autres leviers afin d'agir manuellement sur la sensibilité du clapet et/ou sur la répartition des flux.

Ainsi, le réglage permet de durcir progressivement, ou instantanément avec plusieurs positions, la force d'appui du ressort du clapet. Une manipulation parfois utile, en surface, lorsque le détendeur n'est pas en bouche ou lors d'une descente rapide, tête en bas. Une deuxième manette peut orienter le sens de répartition des flux de gaz dans le boîtier (volet Venturi). Le plongeur expérimenté peut alors optimiser la sensibilité du débit instantané en fonction de la profondeur, de son rythme respiratoire et/ou de sa position dans l'eau. D'autres appareils disposent de mécanismes qui canalisent et régulent automatiquement les flux en fonction du réglage de sensibilité du ressort de clapet MP. Ce procédé évite d'avoir à manipuler la manette de flux. Le fait qu'ils équipent souvent les détendeurs haut de gamme ne signifie pas qu'ils améliorent leurs performances. Tout cela n'est en aucun cas indispensable. Mais bon, ceci ne regarde que moi...

## L'effet Venturi qué za quo ?



L'effet Venturi est apparu dès 1955 sur le détendeur Mistral. Le principe consiste à canaliser l'air en direction de l'embout. Schématiquement, en s'échappant cet air va entraîner des turbulences et créer une dépression continue par aspiration du volume contenu dans la chambre sèche, à l'image des pistolets de peinture du peintre carrossier.

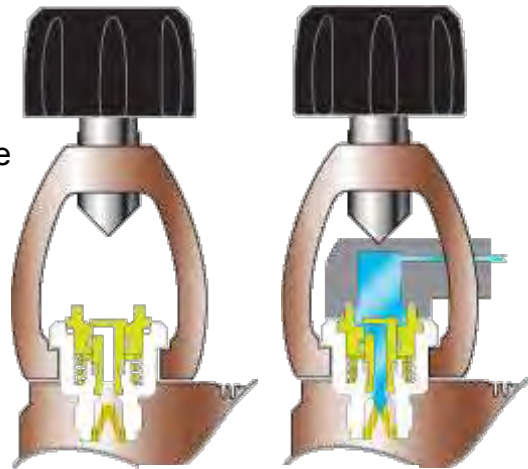
Ainsi, une légère inspiration est suffisante pour amorcer le phénomène. Mais afin d'éviter un débit continu du détendeur, un orifice calibré (gicleur) est situé du côté opposé à l'embout et permet de diriger une partie de l'air en direction de la membrane pour compenser le

phénomène d'aspiration et faciliter son retour en position de repos. Parfois, un volet mobile manœuvrable depuis l'extérieur permet d'obturer plus ou moins cet orifice et d'influer ainsi sur l'importance de cet effet Venturi.

### ACD, DVT.... ?

Automatic Closure Device et Drive Valve Technology sont deux principes différents mais visant le même but. Chez Aqualung, l'ACD obture l'entrée du premier étage lorsque le détendeur n'est pas monté sur la bouteille.

Chez les américains Océanic et Aeris, le DVT remplit la même fonction de fermeture du premier étage mais c'est un obus monté sur un ressort qui obture l'entrée HP, même quand le détendeur est raccordé à la bouteille. C'est la haute pression qui repousse cet obus pour libérer le passage de l'air.



L'ACD d'Aqualung

### La norme EN250

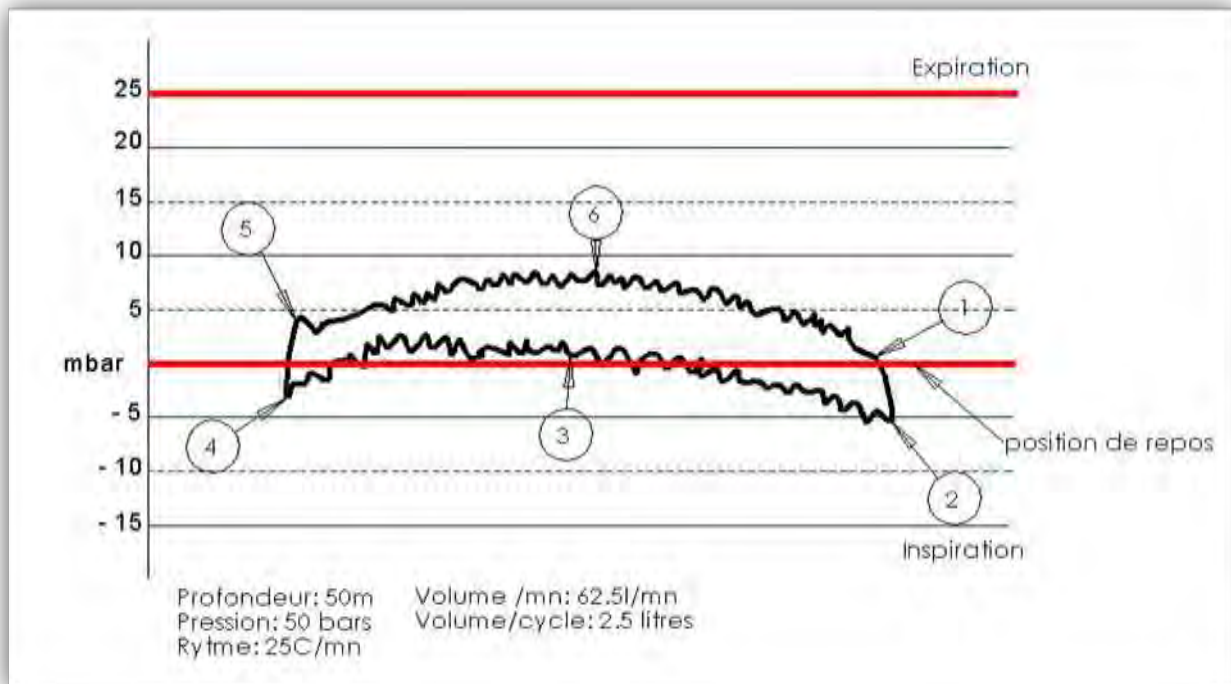


Comme les blocs et la robinetterie, depuis 1995 les détendeurs mis en circulation sur le marché européen doivent tous être conformes à la norme EN250. Celle-ci définit le travail respiratoire maximum d'un détendeur (énergie nécessaire pour respirer avec ce détendeur). Ce travail respiratoire ne doit pas excéder 3 J/l et dans le même temps, les pressions inspiratoire et expiratoire ne doivent pas excéder 25 mbar (ou 2,5KPa). A aucun moment le détendeur ne doit passer en débit continu (pression positive) de plus de 5 mbar (ou 0.5KPa). Ces performances doivent bien sûr être obtenues dans des conditions précises : ainsi, le test doit se dérouler à 50 m de profondeur avec un détendeur alimenté avec 50 bars.

Ensuite, le rythme ventilatoire est de 25 cycles par minute avec un volume de 2.5 litres par cycle, soit un débit de 62.5 litres/ min (bien au dessus de la normale). Si les performances quantifiées lors des tests sont dans un intervalle de tolérance précis, le détendeur est déclaré « aux normes ». Cette norme définit le travail respiratoire. Bien sûr un détendeur doit être conforme à la norme européenne mais rien ne la quantifie. Il n'y a pas de détendeurs à la norme "bien" et d'autres "moins bien", on est dans la norme ou pas, que l'on affiche un travail respiratoire de 3 J/l, la limite, ou un travail record de 0,63 J/l.

Enfin, dans la cuve de la machine ANSTI 250, le détendeur doit être immergé à une profondeur de plus de 20 cm par rapport à la surface, dans une eau à 10°C, maintenu en position verticale, et non l'embout tourné vers le haut.

## Lecture d'une courbe de test (machine ANSTI)



Ces courbes se lisent toujours en boucle, en commençant en premier sur la partie inférieure de droite à gauche puis en continuant de gauche à droite sur la partie supérieure.

La partie inférieure matérialise l'inspiration, l'expiration quant à elle correspond à la partie supérieure.

Le point **1** correspond au début de l'inspiration.

Le segment **1** à **2** représente l'effort d'ouverture du clapet. C'est tout simplement l'effort nécessaire que doit fournir le plongeur pour que le détendeur délivre de l'air. Plus cette valeur est proche du zéro est plus il est facile de délivrer de l'air. Par contre si cette valeur est trop proche de zéro le détendeur peut fuser facilement.

La zone **3** correspond à l'efficacité de venturi et lorsque la courbe avoisine le zéro, le plongeur ne fournit pas d'effort afin d'obtenir de l'air. Si la courbe est au dessus de zéro le plongeur ressent une légère sensation d'arrivée d'air automatique. Pour respecter la norme la courbe d'effort inspiratoire ne peut excéder 5mbar ce qui correspond à une sensation d'arrivée d'air supérieure à ce que l'on demande.

Le point **4** symbolise le moment où le plongeur décide d'arrêter d'inspirer donc le moment où le clapet se ferme.

L'expiration commence au point **5**.

Et enfin, la zone définie en **6** correspond à l'effort expiratoire. Plus elle est proche de zéro, plus l'expiration est facilitée. Plus elle est éloignée plus l'expiration est difficile, typique d'une soupape d'expiration raide ou ayant une faible section d'expiration par exemple.

## Compensé ou non ?

Au-delà des spécificités techniques, la qualité d'un détendeur se révèle dans sa capacité à donner de l'air quelles que soient les circonstances et avec un effort ventilatoire aussi réduit que possible.

Dans un modèle non compensé, la MP varie à mesure que la HP diminue dans le bloc. Cela se traduit par un détendeur plus ou moins souple en fin de plongée. Sur un modèle compensé le débit d'air n'est plus dépendant de la pression résiduelle du bloc. En conséquence, l'effort inspiratoire ne varie pas quelles que soient la profondeur ou la valeur de la HP et présente une constance de fonctionnement remarquable.



Souvenons-nous tout de même nos premières bulles où l'utilisation de simples détendeurs à piston non compensé n'a pas empêché des générations d'apprendre à plonger.

Il va sans dire que les non compensés conviennent parfaitement dans le cadre d'une utilisation loisir à profondeur modérée. Ils sont aussi fiables que leurs grands frères compensés, sont moins onéreux, faciles d'entretien et suffisamment performants pour les plongées classiques.

Toujours est-il que le jour où vous serez victime d'un essoufflement par -40 m de fond, vous gratifierez le ciel d'avoir investi dans un détendeur haut de gamme capable d'écouler votre trop d'air !

## Piston ou membrane ?



Délicat de répondre, d'autant que les adeptes de ces principes ont chacun de bons arguments.

La conception d'un détendeur à piston est généralement simple, celle-ci mettant en œuvre un nombre de pièces réduit. En revanche, une partie de son mécanisme est en contact avec le milieu, ce qui peut poser quelques problèmes en eau chargée et nécessite un entretien régulier.

Le détendeur à membrane est théoriquement plus performant, un peu plus complexe et comptant plus de pièces. En revanche son mécanisme est bien à l'abri, au sec derrière sa membrane. Il réclame moins d'entretien et le réglage de la moyenne pression est plus facile.

Cependant ces différences tendent à s'estomper grâce à quelques astuces, particulièrement celle qui consiste à introduire une pâte silicone, thermiquement stable, dans la chambre humide du piston et à l'isoler du milieu par un insert souple retransmettant la pression. D'autres principes de détendeurs à piston, tels ceux adoptés par Sherwood ou Dacor, permettent au mécanisme de travailler au sec. Mais il s'agit de technologies plus complexes qui remettent en cause le principal avantage du piston, la simplicité.



Plus que le type de mécanisme, c'est l'usage prévu qui compte. Si vous comptez entretenir vous-même votre détendeur, un piston est peut être mieux indiqué. Si vous envisagez des plongées fréquentes en milieu hostile (étang, carrière, sous glace ...), un modèle à membrane est préférable.

Personnellement entre un MK25 (piston composite surcompensé) et un Legend (1er étage surcompensé à membrane) le choix est difficile, j'hésite...mais reste avec tout de même mes XTX 100.

### L'indispensable « octopus »

Il s'agit d'un 2<sup>ème</sup> étage supplémentaire, couplé au 1<sup>er</sup> étage et utilisé comme détendeur de secours. Le boîtier et le flexible sont souvent de couleur jaune, afin de les rendre plus visibles. Le tuyau est également plus long. Presque tous les 2<sup>èmes</sup> étages se déclinent en version « octopus ».

Le choix est donc très varié. L'important est de savoir que la compatibilité avec un 1<sup>er</sup> étage dépend notamment de la pression de réglage MP de ce dernier et du débit engendré. Il est donc préférable pour le néophyte, de rester dans un choix d'appareils de la même marque. Mieux encore, il est conseillé de s'équiper d'un octopus du même modèle que le principal.



En revanche, pour faire des économies, il est possible de faire l'impasse sur des produits équipés de réglages.



Attention tout de même à certaines négligences. Ainsi ne vous privez pas d'essayer votre octopus en situation. C'est sans doute la meilleure façon de s'apercevoir que son second détendeur est pleinement opérationnel ou nécessite une bonne révision. Il va de même bien évidemment pour les plongeurs N4 Guide de Palanquée muni d'un second détendeur, ou la question ne se pose même plus, *n'est ce pas Thomas !*

ne se pose même plus, *n'est ce pas Thomas !*

### L'impressionnant « inflateur-détendeur »

Quelques mots sur ces appareils hybrides que sont les inflateurs-détendeurs. Avec l'adoption des normes de sécurité imposant à tout encadrant d'avoir 2 détendeurs bien distincts, ils ne présentent plus guère d'intérêt que pour les plongeurs autonomes.



Le concept est attirant puisqu'il réunit deux fonctions sur un seul appareil, mais force est de reconnaître qu'il ne peut concourir avec les performances d'un vrai détendeur. Il possède tout de même la qualité d'être un inflateur très performant et à l'heure où le plongeur est ceinturé de tuyaux, ces petits appareils sont bien pratiques

pour celui qui ne se destine pas à l'enseignement, sans compter l'efficacité d'un tel inflateur !

## Détendeurs, eau froide et givrage

En lac, un détendeur peut givrer à tout moment. Cet incident, peu connu en mer, est bien connu des plongeurs en lac.

Le givrage est communément provoqué par la formation de cristaux de glace entre le clapet et le siège du détendeur, ce qui empêche sa fermeture et provoque ainsi un débit continu. La détente du gaz provoque une baisse de la température (entre -120 et -140 °C), formant ainsi des cristaux de glace provenant de la vapeur d'eau (ou air humide) contenue dans la bouteille. Ce problème peut se rencontrer aussi bien au niveau du premier que du deuxième étage.

Il n'y a pas de différence majeure entre les détendeurs soit disant " Eaux Froides " et les détendeurs " Normaux ". Il n'y a pas, non plus, de différences fondamentales dans les prestations des détendeurs qui font valoir leur résistance au froid comme un argument commercial.

En principe, les détendeurs à membrane sont plus résistants au froid que ceux à piston sauf l'étonnante exception du premier étage MK25 de Scubapro qui se révèle être à la hauteur des meilleurs détendeurs à membrane.

La construction du détendeur et les matériaux constituant auront une prépondérance sur le givrage. A titre d'exemple, certains fabricants ajoutent des "ailettes" sur le détendeur pour améliorer le réchauffement au contact de l'eau.

D'une manière générale, un détendeur tout plastique sera beaucoup plus sensible au givrage qu'un modèle en métal.

Mais il paraît évident qu'un détendeur mal entretenu givre plus vite qu'un autre bien révisé. Le vieillissement des graisses et les incrustations qui vont se déposer sur les pièces métalliques augmentent les coefficients de friction et par conséquent les risques de givrage. De cette façon, la facilité à mener à bien la maintenance adéquate devrait être un facteur déterminant lors de l'achat d'un détendeur.



Enfin, considérez, qu'un détendeur répondant aux normes CE eau froide doit pouvoir tenir 10 minutes à 50 m, avec un débit de 62.5l/min dans de l'eau au-dessus de zéro degré sans givrer. A noter que la norme de l'US Navy est beaucoup plus restrictive (60 minutes à 50 m, avec un débit de 62.5l/min dans de l'eau à -1.7°C.

## L'entretien

Le détendeur est un instrument de précision qui mérite toute votre attention. Pendant les transports, il doit être mis à l'abri des chocs et du soleil. Après chaque plongée, il est rincé à l'eau douce en prenant bien soin d'obturer l'orifice d'entrée d'air au moyen du bouchon ad hoc.

Après chaque saison ou plus régulièrement si l'usage est intensif, on le confie à un technicien qualifié pour un nettoyage complet, à moins que l'on ne dispose soi-même des compétences suffisantes.

A noter que les membranes silicone ne doivent pas être graissées, ni avec du silicone liquide, ni en pâte, sous peine de perdre leurs qualités. On utilise le silicone sans exagération pour les filetages métalliques, les pistons, les ressorts ou les joints toriques.

Je ne saurais trop vous conseiller de faire réviser votre détendeur tous les ans par un technicien qualifié et agréé par la marque.

## **Le choix du détendeur**

Il s'agit d'un des produits les plus difficiles à choisir. En effet, les modèles présents sur le marché sont très nombreux et les différences de performances entre eux, malgré les chiffres annoncés, sont relativement faibles. De plus, il n'y a pas de mauvais produits et un grand nombre de détendeurs constituent d'excellent choix en milieu ou haut de gamme.

Dans un premier temps, assurez-vous que votre revendeur possède en SAV, les compétences requises pour son entretien. Puis, posez-vous la question de l'utilisation que vous en ferez. Privilégiez une grande marque bien implantée sur le marché, ce qui vous garantira facilité d'entretien chez vous ou lors de vos voyages plongée.

Enfin, avant de finaliser votre achat, allez à la pêche aux informations auprès de vos moniteurs, et amis plongeurs. Considérez que votre choix devra être orienté par rapport à un grand nombre de critères, tels que : confort respiratoire, organisation des flexibles, confort en bouche, bruit, bulles et vibrations, etc...

Pour ceux qui désirent de plus amples informations sur les Directs System, je vous conseille le mémoire d'Hervé Villalba (IN)

[http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/Directs\\_System\\_IN\\_Villalba.pdf](http://www.ffessmpm.fr/IMG/pdf/Directs_System_IN_Villalba.pdf)

## Le lestage

Le lestage du plongeur sert à compenser la flottabilité positive du corps humain, associée aux différents accessoires portés par le plongeur, en particulier la combinaison en néoprène.



En fait, il s'agit d'annuler le phénomène de la poussée d'Archimède en rajoutant du poids tout en minimisant le volume. Ainsi le « bon lestage » permet au plongeur de se maintenir sans effort au palier de - 3 m, en fin de plongée, avec une bouteille presque vide.

Le plomb, caractérisé par une densité importante (11,35 g/cm<sup>3</sup>) et une facilité à se modeler après fonte est utilisé dans la plus part des lestage. Depuis 4 à 5 ans on voit apparaître des produits à base de fonte, zinguée puis enrobée d'une capsule de plastique souple.

Le lestage est tributaire de nombreux facteurs :

- La corpulence du plongeur.
- Son type de combinaison (matière, épaisseur, état d'usage).
- Son type de bloc (volume et matériau).
- La densité du milieu dans lequel il évolue (mer ou lac).
- Les accessoires qu'il utilise (phare, appareil photo, etc.).
- L'expérience.

## Les types de lestage

Généralement le lestage se présente sous forme moulée avec des fentes permettant le passage d'une ceinture. (250g, 500g, 1kg, 1.5kg, 2kg et 3 kg) ou des poches remplies de grenaille de plomb.



Le plus utilisé est certainement la ceinture de plomb. Ceinture fermée par une boucle à ouverture rapide : boucle marseillaise, boucle rapide (en métal) ou boucle américaine (en plastique ou en métal).

Il existe également des ceintures munies de poches fermées à l'aide de velcro dans lesquelles on place les plombs. L'attrait d'une telle ceinture réside dans la facilité d'ôter et ajouter des poids pour ajuster son lestage.



Il y a aussi les baudriers, utilisés surtout en apnée ou chasse sous marine où il est nécessaire d'avoir un fort lestage. Difficile à utiliser avec la stab.

Enfin il existe le lestage intégré au gilet stabilisateur par l'intermédiaire de poches amovibles dans lesquelles on place les plombs. C'est la méthode la plus confortable et la plus aisée pour ajuster son lestage une fois dans l'eau.



## Ajustement du lestage

La difficulté réside à vérifier que l'on peut maintenir un palier à - 3 m sans aucune difficulté en fin de plongée alors qu'on a atteint la réserve du bloc (50 bars).

Pour ce faire, et en début de plongée, le plongeur se maintient en surface avec de l'eau au niveau des yeux, gilet vide, sans palmer, tout en ventilant normalement. Les vraies conditions de sécurité voudraient qu'il conserve les voies aériennes émergées mais avec l'eau au niveau des yeux, il anticipe sur la perte de poids due à l'air consommé (environ 2 à 3 kg) durant l'exploration.

## Où positionner son lestage ?

Si on utilise une ceinture, mieux vaut répartir les plombs plutôt sur l'avant du corps, entre les hanches et la boucle de la ceinture, de manière à neutraliser l'effet de quille dans le dos provoqué par le poids de la bouteille.

Le placement du lest sur l'avant du scaphandre est possible avec gilets stabilisateurs munis de poches à lest. La morphologie des uns et des autres peut amener à recourir à des plombs de chevilles si le plongeur a la sensation désagréable de toujours devoir se cambrer. Plutôt rares lorsque les plongeurs sont équipés d'une combinaison humide, ils sont plus souvent utilisés avec les vêtements secs.

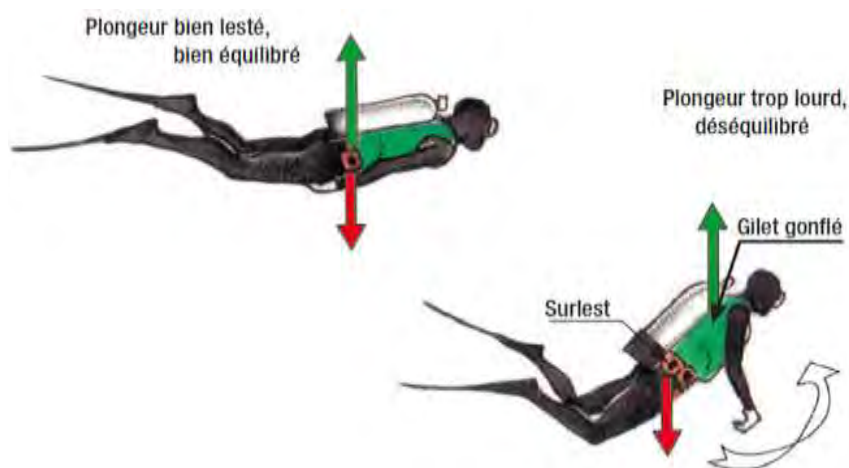
## Le sur lestage et ses méfaits

Le sur lestage, c'est la solution de facilité. C'est aussi l'ennemi du plongeur, car il favorise l'essoufflement en perturbant la flottabilité. Mieux vaut améliorer ses techniques d'immersion, canard et phoque. Ensuite, travailler et sentir sa flottabilité, trop souvent négligée.

Le sur lestage vient d'un malentendu, les gilets sont là pour résoudre les problèmes de lestage. Trop souvent, les plongeurs veulent que le milieu s'adapte à eux, alors que c'est la démarche inverse qu'il faut adopter. Garder une position allongée, hydrodynamique, fluide, rester décontracté tout en se propulsant correctement.

Le plongeur sur lesté doit injecter beaucoup plus d'air dans son gilet pour se stabiliser, de ce fait :

- Il lui est difficile de conserver une position allongée.
- Son d'hydrodynamisme est grandement affaibli.
- Sa progression est laborieuse (effort, fatigue et risque d'essoufflement)
- Son énergie dépensée, induit une sur consommation et réduit la durée de sa plongée.



## La qualité d'un lestage

La première qualité d'un bon système de lestage est son largage rapide en cas d'urgence. En d'autres termes, toute situation engendrant une difficulté à l'enlever peut constituer une urgence dans l'urgence et doit être proscrite. Une sangle trop longue que l'on noue pour qu'elle ne pende pas, une boucle coincée par un plomb ou une ceinture engoncée sous le gilet sont autant d'ennemis cachés.

Sous l'eau, il est bien souvent trop tard pour résoudre le problème. Et pour s'assurer de la facilité à larguer notre équipement, il nous suffit de faire un exercice de largage en surface au-dessus d'un petit fond de sable, puis d'enlever et de remettre notre lest aussi bien en surface qu'au fond. Associée, bien évidemment à un contrôle attentif du binôme ou du moniteur, cette vérification est la meilleure prévention contre l'équipement mal ajusté.

Autre problème sérieux côté lestage, c'est la perte de la ceinture ou d'une poche à plomb, liée en général à une mauvaise fixation avant la plongée. Le résultat est presque inévitablement la remontée en flèche vers la surface avec effet d'accélération progressif garanti et les risques d'accident encourus. Une fois sous l'eau, à moins d'avoir sous la main un tombant, un mouillage à saisir, aucune chance, même en purgeant le gilet, de contrôler sa remontée.

Un bon contrôle d'avant plongée doit pouvoir pallier à cette situation.

## Lestage, flottabilité et consommation

La consommation d'air est directement liée à la flottabilité. Et la flottabilité est en étroit rapport avec le lestage.

D'où l'importance d'être correctement lesté. Trop lourd, le plongeur va devoir palmer à l'excès pour rester à la profondeur souhaitée. Trop léger, ce même plongeur devra adopter des gestes superflus pour ce maintenir à la bonne profondeur.

En revanche, bien équilibré, l'hydrodynamisme du plongeur sera excellent.

Sans oublier la stab, solution de facilité trop souvent utilisée pour compenser un mauvais lestage. Soyez certains que les phases de gonflage, de dégonflage sont gourmandes en air. Et que plus on est profond, plus le volume d'air prélevé est important.

D'où l'absolue nécessité d'être correctement équilibré avant de se mettre à l'eau.



## L'éclairage

Le marché de l'éclairage ne cesse de progresser. La plongée commence à bénéficier d'une nouvelle génération de LED (DEL en français pour diodes) plus grosses, plus voraces et dont la puissance augmente sensiblement.

Maintenant, pour un prix raisonnable, on peut non seulement retrouver sa route en plongée de nuit mais aussi redonner des couleurs à l'univers monochrome qu'est le monde sous-marin en lumière naturelle dès qu'on passe la dizaine de mètres de profondeur.

Trois cents euros permettent donc aujourd'hui de disposer de solutions d'éclairage sous marin sérieuses. Mais ils ne suffisent toujours pas pour accéder à la technologie qu'est l'éclairage à décharge (HID). Alors avec cette somme en poche, vous pourrez vous offrir un phare équipé 3, 4 leds ou encore un classique halogène.

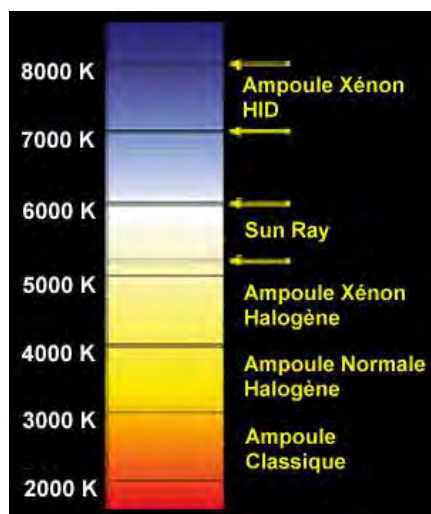
Certain revendeur ne propose plus aucun éclairage halogène, car dépassés selon leur avis. Et s'efforce de vendre la technologie des Leds. Force est de constater qu'actuellement, la puissance lumineuse d'une Led 1000 lumens est supérieure à un HID 10 Watts pour un prix inférieur et une consommation électrique plus faible. La nouvelle génération de Led offrant une température de couleur de 6500 Kelvin aussi blanc que le HID.



## Halogène, LED et HID

En faisant passer de l'électricité dans un mince fil de tungstène, on le chauffe à blanc, celui-ci atteint alors la température de 2500 degrés et à cette température, le filament émet de la lumière. Mais si on laisse le filament en contact avec de l'oxygène, il se fragilise, s'oxyde puis se détruit. Du coup, on enferme le filament dans une enceinte remplie d'un gaz inerte, (1/3 azote, 2/3 argon pour l'ampoule incandescente). Ainsi, privé d'oxygène, le filament ne s'oxyde plus et éclaire sans se consumer.

L'ampoule halogène, fait aussi partie des lampes à incandescence mais cette fois, le filament de tungstène est entouré d'un gaz de la catégorie des halogènes. Ces gaz réagissent avec le tungstène qui s'évapore. Près de la paroi de la lampe



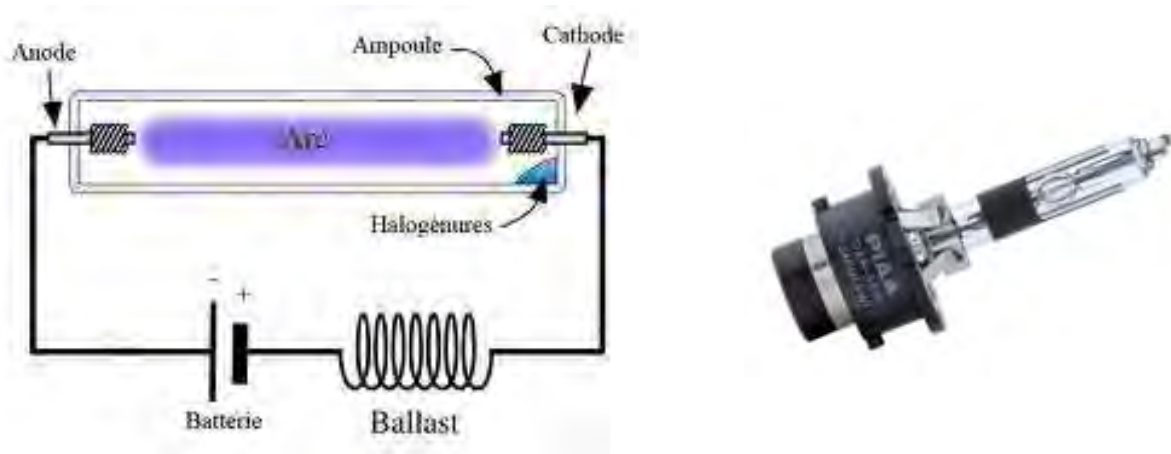
halogène, les atomes de tungstène sont capturés par le gaz qui ensuite les redépose sur le filament, ainsi régénéré. Par ailleurs, le verre de l'ampoule est remplacé par du quartz plus résistant, en conséquence on augmente la température du filament, voilà pourquoi ce type de lampe éclaire beaucoup plus. La lumière est plus intense, plus blanche, d'un excellent rendement bien qu'une partie de l'énergie consommée soit transformée en chaleur.

Pour faire encore mieux, il faut supprimer le filament, ce que font les lampes HID en créant un arc électrique. C'est aussi le cas des LED, ou DEL. Le filament n'existe plus: on trouve à la place un semi-conducteur, une diode, qui a la particularité d'émettre

## Matériel de plongée – Réalité du besoin

un rayonnement lumineux lorsqu'elle est traversée par un courant électrique, ultraviolet en général. Avant d'enfermer la diode dans sa capsule de protection en résine, on lui ajoute plusieurs couches de phosphore qui convertissent une partie du rayonnement visible bleu en rayonnement jaune, la résultante étant cette lumière "blanche".

A noter q „une ampoule HID est gérée par un module électronique appelé ballast qui se place entre les accus et l'ampoule elle-même. On retiendra que cette technique permet sans doute de disposer d'une quantité de lumière restituée extraordinaire en regard de l'énergie électrique consommée.



## Choisir son éclairage

Le choix d'un éclairage adapté répond à de nombreux paramètres:

- Objectifs et espaces dévolution.
- Rapport puissance/ autonomie/encombrement.
- Moyens financiers disponibles.

Là aussi, l'achat impulsif est à déconseiller. En effet, il n'est pas nécessaire d'emporter un phare volumineux en plongée d'exploration. Avec une lampe torche à trois, voire cinq Leds traditionnelles, ou avec un ensemble de Leds de forte puissance (CREE XR-E), le flux lumineux sera déjà très satisfaisant.

Les modèles les plus sophistiqués s'appuient sur des modules électroniques complexes, qui sont souvent destinés à préserver la vie des accus, assez sensibles au vieillissement et hélas encore très coûteux. Aujourd'hui, la quasi totalité des boîtiers sont fiables, même à longs termes, pour peu que l'on y prenne soin.

## Manipulations et fonctions

Certains sont équipés un simple bouton poussoir, d'autres d'un système d'une telle complexité qu'il faut des fois réviser la gestuelle de l'allumage sur le pont du bateau, pour ne pas être pris au dépourvu sous l'eau.

Méfiez vous des boutons à fonction multiples, j'ai vu des plongeurs perdre leur sang froid lorsqu'il s'agissait de couper leur





phare. Gardez à l'esprit que les boutons d'apparence rustique ne se bloquent pas. Les plongeurs généralement plébiscitent les phares simples à boutons rotatifs, les poussoirs ou autre mécanisme temporisé selon la fonction sont quelquefois capricieux à la longue.

N'oubliez pas aussi leur accessibilité qui doit être aisée, surtout lorsque l'on porte des gants en néoprène de 7 mm d'épaisseur.

### La prise en main

On trouve des phares équipés de poignées sur le dessus du corps, de poignées revolver ou encore sans de poignée. Un phare doit tenir en main pour ne pas être fatigant au cours d'une plongée. Cela signifie évidemment que le poids apparent est à prendre en considération lors du choix. Et puis, poignée ou pas, léger



ou lourd, un phare reste un objet coûteux qu'il est préférable de ne pas perdre. La poignée est souvent le point d'ancrage d'une dragonne plus ou moins sophistiquée que le plongeur averti remplacera rapidement par un système plus sérieux. Le système à dragonne extensible est un bon compromis pour que le phare ne traîne pas au fond.

### Qualité de l'éclairage

Difficile d'être objectif. Chacun aura sa propre opinion et ses impressions sur la qualité d'éclairage. Les phares HID propose une lumière très blanche, voire légèrement bleutée. Certains plongeurs seront attirés par les faisceaux larges d'autres par les concentrés. Et c'est sans compter les offres de certain fabricant, qui proposent des variations de puissance.



## Plongée en binôme et la connaissance du matériel de l'autre.

Avant les modifications apportées à notre code du sport, la notion de palanquée, au moins au départ, était chapeautée par un encadrant veillant comme un papa poule sur l'ensemble des participants. Ce n'était qu'à partir du plongeur Niveau 2, et surtout Niveau 3, que l'idée de binôme était mise en valeur.

Depuis la mise en place de nouvelles qualifications, il est indispensable de sensibiliser à la notion de binôme nos plongeurs dès le niveau 1 qualifiés PA20.

En résumé, les principales procédures et responsabilités découlant de la notion de binôme sont les suivantes: vous devez être capable de recevoir et de donner de l'air à un coéquipier et, plus tard, d'assister, à l'aide de votre détendeur de secours, un coéquipier en remontant à vitesse contrôlée. Sans parler, bien entendu, de l'interprétation des signes, pierre angulaire de la plongée en binôme ou en palanquée, dès l'initiation.



Pourvu d'un tel bagage, votre coéquipier a tout pour se sentir rassuré. Et vous de même. Sauf que la dernière fois que vous avez réalisé un exercice d'assistance, c'était il y a bien trois ans maintenant ... Et toute cette gestuelle n'est plus qu'un lointain souvenir. La technique, vous en avez soupé. Place désormais au loisir et au plaisir.

Sans compter que depuis, le matériel a évolué. Toutes ces purges, ces nouveaux modèles de stab, ces octopus tarabiscotés, etc.

Au final, et dans de telles conditions, le binôme ou la palanquée ne seraient-ils pas qu'une illusion de sécurité? En définitive, ne plongerait-on pas seul? Il semblerait que les binômes efficaces soient ceux qui plongent toujours ensemble et se connaissent parfaitement.

## Les contrôles réciproques

Dans le cas de leur autonomie tous les plongeurs doivent connaître le matériel de leur coéquipier. Et comme les pilotes d'avion procédant à une check-list complète avant de décoller, les plongeurs ont tout intérêt à adopter la même démarche avant l'immersion, afin de se familiariser avec le matériel de leur coéquipier. Le contrôle mutuel présente un double intérêt: découvrir la configuration de son partenaire et bénéficier d'un œil extérieur critique sur son propre agencement. Il vous permettra aussi d'observer un peu toutes les options possibles, pour peu que vous ne plongiez pas toujours au même endroit avec les mêmes gens.



## La combinaison

Se soucier du type de combinaison de votre binôme peut sembler burlesque à première vue. En réalité, c'est un aspect non négligeable de la sécurité. A-t-il une combinaison adaptée à la température de l'eau ? Comporte-t-elle une cagoule ? Si elle est neuve, a-t-il pris la précaution de se lester convenablement ?

## Le lestage

Un petit coup d'œil sur la ceinture de lest ... Son oubli est plus courant qu'on ne le croit. Voyez de quel modèle il s'agit. En cas de sauvetage, vous aurez peut-être besoin de la dégrafer.

## Le gilet

Comme dit plus haut c'est l'une des pièces de l'équipement qui a le plus évolué au cours des dernières années. De la vieille Fenzy encore en usage chez certains irréductibles aux modèles High Tech aujourd'hui disponibles sur le marché, il existe une gamme variée de stabs. Le principe reste le même, mais les commandes et leur disposition changent d'un



modèle à l'autre. Localisez toutes les purges, la lente et les rapides, demandez s'il existe un Fenstop, examinez l'inflateur et le direct-system et tester sa vitesse de gonflage, repérez les sangles et les attaches sur lesquelles, éventuellement, vous pourrez prendre appui en cas d'assistance.

## Le masque

Même si cela vous paraît présomptueux, demandez à votre binôme de mettre son masque. Vérifiez l'ajustage, et assurez-vous qu'il ne soit pas recouvert de buée, ce qui viendrait gêner l'exploration. Lors des premiers mètres de descente, voyez s'il ne prend pas l'eau.

## L'octopus

C'est le dispositif essentiel en cas d'assistance ou de sauvetage. En cas de panne d'air, pas une seconde à perdre. Prenez le temps d'inspecter l'octopus de votre binôme et de localiser le détenteur de secours. Vérifiez à ce que l'ensemble soit correctement agencé et que les flexibles soient fixés dans les attaches de la stab. Faites éventuellement une simulation de passage d'embout.

## **La bouteille**

On ne lésine pas avec la bouteille. Vérifiez qu'elle soit correctement ouverte et qu'aucune fuite n'est à signaler. Voyez aussi l'ajustage de la sangle de la stab, qui doit être ni trop haute ni trop basse. Assurez-vous, avec le mano, qu'elle soit correctement gonflée.

## **L'ordinateur**

Demandez à votre binôme quel type d'ordinateur il utilise et quelles sont ses caractéristiques principales de fonctionnement. Regardez son cadran, histoire de voir où se trouvent les indications essentielles (profondeur, durée, paliers). Choisissez ensemble le modèle qui permettra d'assurer votre décompression (généralement le plus conservateur).

## **Le parachute de palier**

N'hésitez pas de demander à votre binôme s'il possède un parachute de palier. Élément de sécurité indispensable pour parfaire la sécurité du plongeur autonome. Dans tous les cas, 2 parachutes valent mieux qu'un.



Enfin pour terminer je vous conseille vivement l'excellent ouvrage de François Paulhac. « Plongée subaquatique et premiers secours en mer » 3ème édition, vous y trouverez un bon nombre d'informations sur le matériel de sécurité...



## **La décontamination du matériel de plongée.**

Chaque individu est porteur de bactéries. De façon habituelle, l'organisme et plus spécifiquement la peau et les muqueuses sont en permanence colonisés par des bactéries commensales. En effet, les micro-organismes commensaux, grâce à un effet barrière, empêchent l'installation des bactéries pathogènes (à l'origine de maladies). C'est le cas par exemple des staphylocoques et des streptocoques habituellement présents sur la peau ou les muqueuses.

Ces germes n'occasionneront une maladie qu'à condition que le sujet se fragilise, soit localement soit de façon générale.

Le Staphylocoque doré, par exemple, est une bactérie qui se cultive facilement sur des milieux riches en Na CL (**comme par exemple l'eau de mer**).

Chez l'homme, environ 1/3 des individus sont des porteurs sains, qui hébergent la bactérie au niveau des muqueuses (principalement les fosses nasales) et des zones cutanées humides (périnée, aisselles).

La transmission inter humaine s'opère par contact direct ou indirect : vêtement, détendeur... ainsi certaines infections ou virus peuvent être transmis via du matériel de plongée contaminé.

### **La désinfection des vêtements néoprène.**

Le vêtement de plongée, porté à même la peau est un potentiel vecteur de transmission de certains micro-organismes. De plus, la présence d'un milieu aqueux, à une température optimum de développement, amplifie leur croissance.

Le vêtement de plongée peut être à l'origine de pathologies de la peau (furoncles, mycoses, herpes...), ces microorganismes peuvent provenir d'un individu, ou de l'eau du milieu d'immersion dans le cas de plongée en combinaison humide.

Il est courant que les pieds soient le siège d'un développement fongique : d'où l'intérêt de désinfecter également minutieusement les chaussons.

### **La désinfection du matériel respiratoire.**

De nombreux microorganismes sont également présents au niveau du nez, des muqueuses, de la salive ; des micros lésions de la bouche peuvent être générées par le détendeur qui, après utilisation devient un réel vecteur de contamination bactérienne ou virale si une désinfection soigneuse n'est pas effectuée après chaque utilisation (on peut potentiellement retrouver herpes, hépatites ...)

Une désinfection s'impose également au niveau des faux poumons, tuyaux annelés et embouts des recycleurs.

Il faut donc choisir un produit désinfectant ayant des propriétés microbiologiques : Bactéricide, Levuricide et Fongicide.

Le plus répandu des produits efficaces est l'**eau de Javel** au 1/10, pour un temps de contact minimal de 15 mn.

Hélas, caustique, irritante, elle dénature le caoutchouc et corrode l'aluminium (pièces de recycleurs par exemple) et ne semble pas convenir à un usage en Club.

Pour de plus amples informations :

<http://medicale.ffessm.fr/desinfecter.htm>

[http://sf2h.net/publications-SF2H/SF2H\\_LPD-2009.pdf](http://sf2h.net/publications-SF2H/SF2H_LPD-2009.pdf)

## Conclusion

Vous avez pu constater, en parcourant ce mémoire que je ne suis pas rentré dans le champ de la pédagogie. Vous avez bien compris que l'objectif primordial était de répondre aux différentes questions que se posaient les plongeurs.

J'espère que c'est chose faite et que chacun y trouvera réponse dans les différentes thématiques que j'ai pu développer.

Mais une conclusion n'en serait pas une si une analyse pragmatique ne me permettait pas de « pousser le bouchon un peu plus loin ».

Développer en tout début de mon mémoire, notre activité basée sur le loisir et la découverte a induit au cours des 30 dernières années, une évolution importante du matériel. Mais cette évolution est-elle en parfaite harmonie avec nos choix pédagogiques actuels ?

Autre matériel, autre public, autre pratique, donc autres objectifs, donc autres approches pédagogiques.

Le manomètre immergeable a remplacé depuis bien longtemps notre vieille réserve et pourtant le signe "je n'arrive pas à passer ma réserve" fait quelque fois partie des connaissances obligées et est toujours enseigné, dans certain club.

Malgré les améliorations considérables et les normes drastiques liées à nos détenteurs, le « lâcher et reprise d'embout », continue d'être, avec le vidage de masque et le palmage, la « colonne vertébrale » de l'enseignement de la plongée !

L'utilisation de l'ordinateur de plongée est devenue incontournable. Sa précision est de plus en plus rigoureuse. Mais pourtant, combien de plongeurs en formation se sont interrogés sur les besoins réels de la formation sur tables issues de la MN90 ?

L'étude du détenteur à un étage, certes limitée au principe de fonctionnement est toujours au programme. Qu'en est-il de la robinetterie avec sa conservation et sa réserve ? Du cas toujours d'actualité dans les formations GP de la sempiternelle réserve du bi-bouteille ?

Enseignera-t-on encore les signes lorsque les masques faciaux à usage loisir permettront la communication vocale ?

Rien ne doit empêcher le moniteur d'utiliser son imagination pour faire évoluer son enseignement en utilisant toutes les potentialités du matériel moderne dont le plongeur dispose. Mais ceci laisse la place à un autre travail...



Quelques sites web intéressants. (Fabricants et distributeurs)

<a href="http://www.mares.com/region.php">http://www.mares.com/region.php</a>	Mares
<a href="http://www.oceanicworldwide.com/indexmain.cfm">http://www.oceanicworldwide.com/indexmain.cfm</a>	Océanic
<a href="http://www.beuchat.fr/index.php?id=113">http://www.beuchat.fr/index.php?id=113</a>	Beuchat
<a href="http://www.aqualung.com/fr/">http://www.aqualung.com/fr/</a>	Aqualung
<a href="http://www.cressi.it/">http://www.cressi.it/</a>	Cressi
<a href="http://www.suunto.com/fr/Sports/Diving/">http://www.suunto.com/fr/Sports/Diving/</a>	Suunto
<a href="http://www.scubapro.com/europe/french/home">http://www.scubapro.com/europe/french/home</a>	Scubapro
<a href="http://www.subgear.com/fr-FR/FRA/home.aspx">http://www.subgear.com/fr-FR/FRA/home.aspx</a>	Subgear
<a href="http://www.omsdive-fr.com/">http://www.omsdive-fr.com/</a>	Oms
<a href="http://www.diveaeris.com/">http://www.diveaeris.com/</a>	Aeris
<a href="http://www.seacsub.com/">http://www.seacsub.com/</a>	Seac sub
<a href="http://miflexhoses.co.uk/">http://miflexhoses.co.uk/</a>	Miflex
<a href="http://www.hartenberger.de/">http://www.hartenberger.de/</a>	Hartenberger
<a href="http://www.axess-marketing.com/">http://www.axess-marketing.com/</a>	Aquatys
<a href="http://www.apeks.co.uk/">http://www.apeks.co.uk/</a>	Apeks
<a href="http://www.bersub.fr/">http://www.bersub.fr/</a>	Bersub
<a href="http://www.esclapezdiving.com/">http://www.esclapezdiving.com/</a>	Escalpez Diving
<a href="http://www.tribord.com/">http://www.tribord.com/</a>	Tribord
<a href="http://www.segytek.com/">http://www.segytek.com/</a>	Segytek
<a href="http://www.liquidimageco.com/">http://www.liquidimageco.com/</a>	Liquid image