

LE MATERIEL DU PLONGEUR



1925, Scaphandre autonome
FERNEZ - LE PRIEUR - Image du
musée Frédéric DUMAS, Histoire de
la plongée autonome à Sanary sur
mer.

LE MATÉRIEL DU PLONGEUR

1. Préambule;
2. Rappel Réglementaire;
3. Les différents matériels du plongeur;
 - La bouteille ou « bloc »;
 - Le manomètre;
 - Le gilet ou « stab »;
 - Le détendeur;
 - 1^{er} étage
 - 2^{ème} étage
 - Options
 - détendeurs et le froid
 - Le parachute.
4. Conclusion

Ce cours sur le matériel est pour vous un rappel de votre formation de plongeur Niveau 1 et Niveau 2.

Nous allons cependant approfondir ces connaissances car en tant que plongeur autonome vous devez être en mesure de faire face à toute situation impliquant le matériel et savoir réagir en conséquence.

Vous aurez également un rôle de conseiller pour les plus novices qui se tourneront naturellement vers vous pour obtenir des conseils d'achat et d'utilisation.

Le fil conducteur de ce cours sera le « code du sport » et l'article définissant l'équipement du plongeur.

EQUIPEMENT DU PLONGEUR : Que dit le « Code du Sport » ?

Paragraphe 5

Equipement des plongeurs

Art. A. 322-80. - Chaque bouteille ou ensemble de bouteilles d'un même gaz respirables est muni d'un manomètre ou d'un système équivalent permettant d'indiquer la pression au cours de la plongée.

En milieu naturel, chaque plongeur équipé d'un appareil à circuit ouvert est muni d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir.

En milieu naturel, chaque plongeur encadré au-delà de 20 mètres et chaque plongeur en autonomie est muni :

- d'un équipement de plongée permettant d'alimenter en gaz respirable un équipier sans partage d'embout ;
- d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques personnelles de sa plongée et de sa remontée.

En milieu naturel, la personne encadrant la palanquée est muni :

- d'un équipement de plongée avec deux sorties indépendantes et deux détendeurs complets.
- d'un système gonflable au moyen de gaz comprimé lui permettant de regagner la surface et de s'y maintenir,
- d'équipements permettant de contrôler les caractéristiques de la plongée et de la remontée de sa palanquée.

En milieu naturel, chaque palanquée dispose d'un parachute de palier.

Art. A. 322-81. - Les matériels subaquatiques et équipements nautiques utilisés par les plongeurs sont régulièrement vérifiés et correctement entretenus.

Les tubas et les détendeurs mis à disposition des plongeurs par les établissements sont désinfectés avant chaque plongée en cas de changement d'utilisateur.

Réservoir d'air comprimé, construit suivant différents procédés et avec différents matériaux et de capacités différentes.

Matériaux:

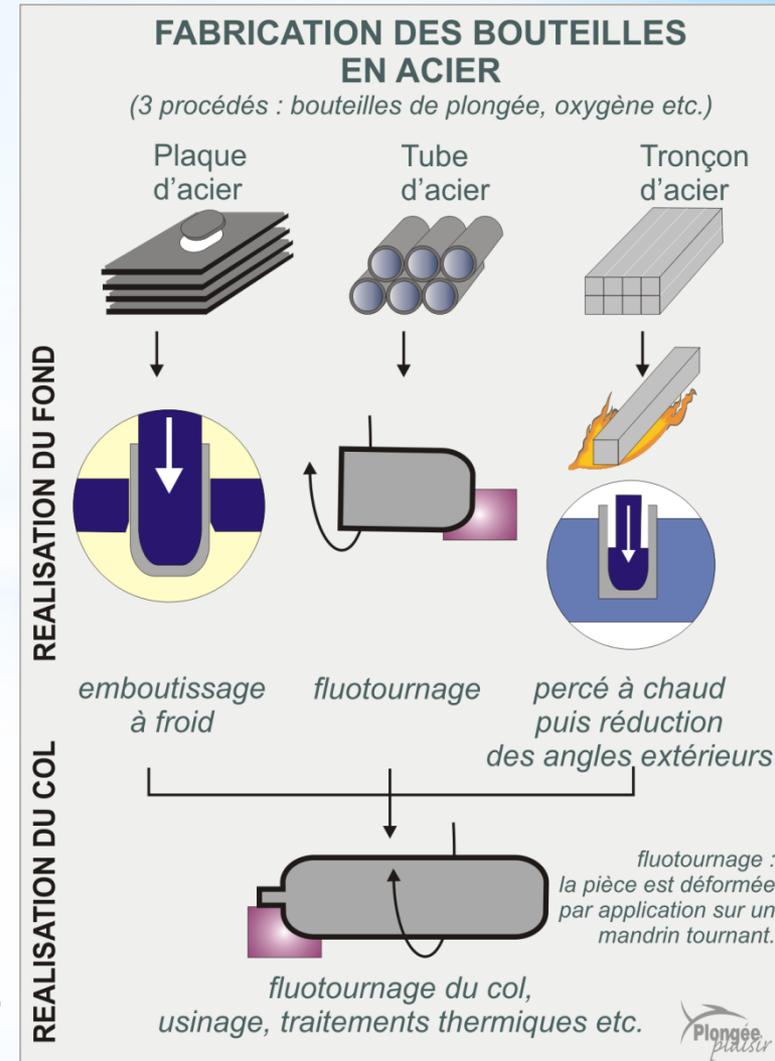
- Acier;
- Aluminium;
- Composite (carbone)

Capacité:

- De 0,4 litres à 20 litres,

Processus de fabrication:

- Emboutissage à partir de plaques d'acier ou de tronçons d'acier (FABER, MANNESMANN);
- Flutournage à partir de tubes d'acier (ROTH).



Marquage

Le plan de marquage diffère en fonction du régime sous lequel le bloc a été fabriqué et en fonction des années de fabrication. Il est assez difficile de s'y retrouver. Cela présente peut d'intérêt si vous n'êtes pas TIV cependant en voici l'essentiel.

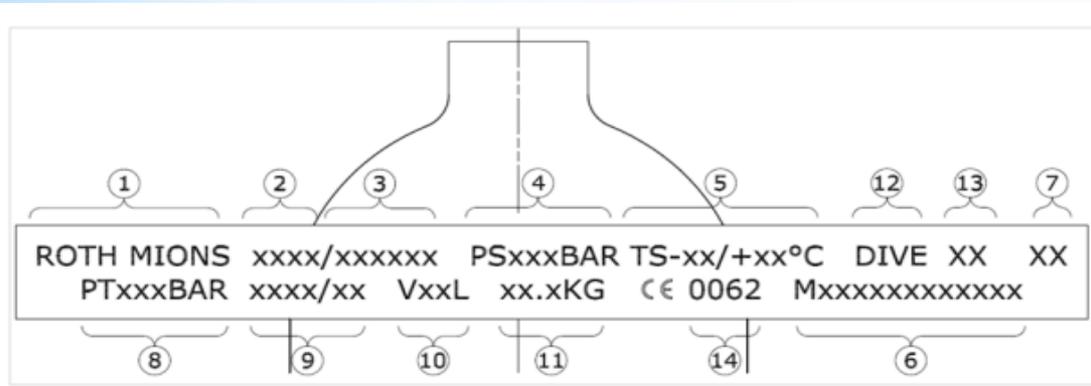
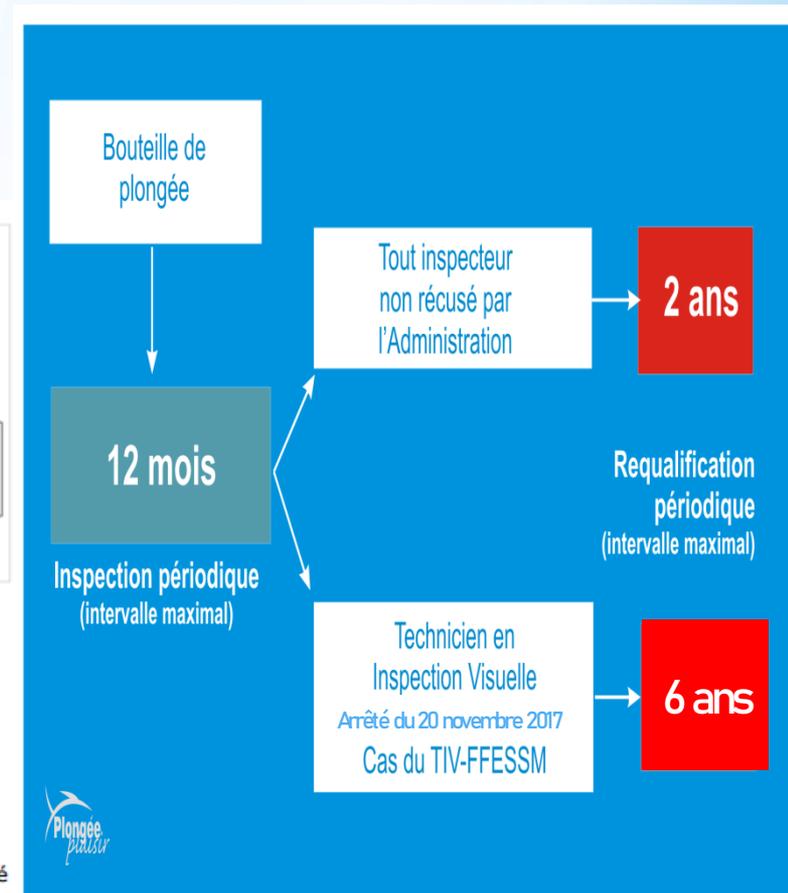


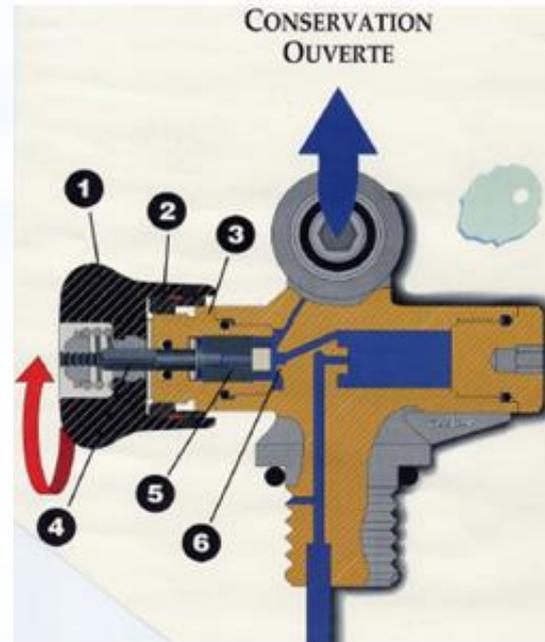
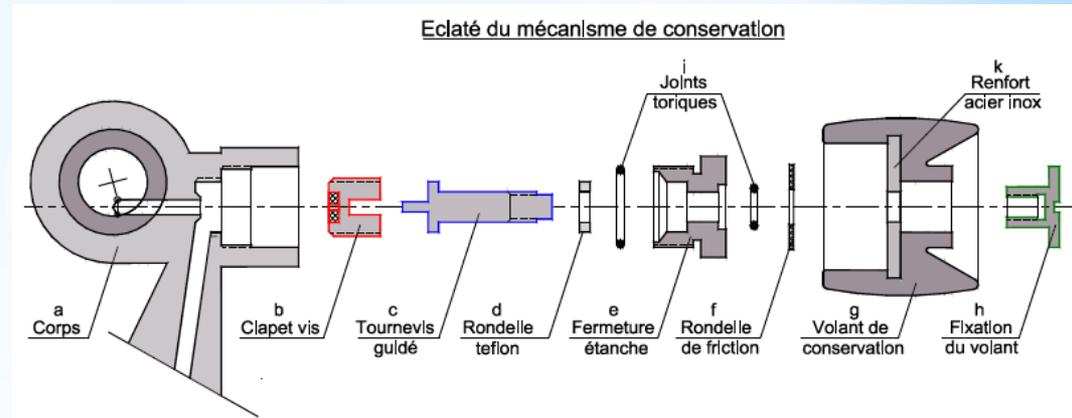
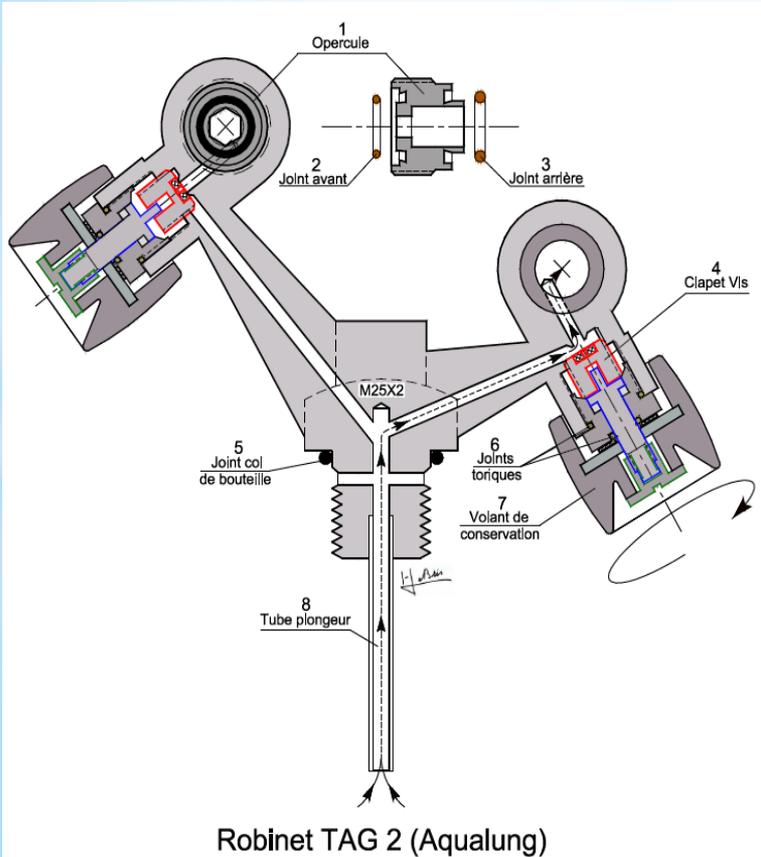
Fig. 14 - Marquages conformes aux exigences des directives européennes 97/23/CE ou 2014/68/UE

- | | |
|--|---|
| 1 ROTH logo : nom et logo du fabricant | 8 PT XXX BAR : pression d'épreuve |
| 2 AAAA : année de fabrication | 9 AAAA/MM : date d'épreuve, année/mois |
| 3 XXXX : N° de série de la bouteille | 10 V XX L : capacité en litres |
| 4 PS XXX BAR : pression max. admissible | 11 XX.X KG : masse de la bouteille vide |
| 5 TS -XX/+XX°C : température d'utilisation | 12 DIVE : famille produits pour la plongée |
| 6 Type d'usinage | 13 XX : gaz utilisé AIR, NITROX + O2 |
| 7 XX : groupe du fluide utilisable G1, G2 | 14 CE XXXX : marquage CE n° organisme notifié |

Réglementation



Robinet de conservation



- 1** VOLANT DE CONSERVATION
- 2** CURSEUR
- 3** PALIER DE CONSERVATION
- 4** TIGE TOURNEVIS
- 5** VIS CLAPET
- 6** SIEGE

Manomètre immergeable Norme EN250

Elément indispensable et obligatoire dans l'équipement du plongeur.

Il a remplacé avantageusement les réserves mécaniques :

- Indique en permanence la pression dans le bloc
- Sécurisation de la plongée (surveillance conso, ...)
- Permet de fixer des seuils supérieurs à 50 bars
- Adaptation des paramètres et profils de plongée selon l'évolution de la consommation

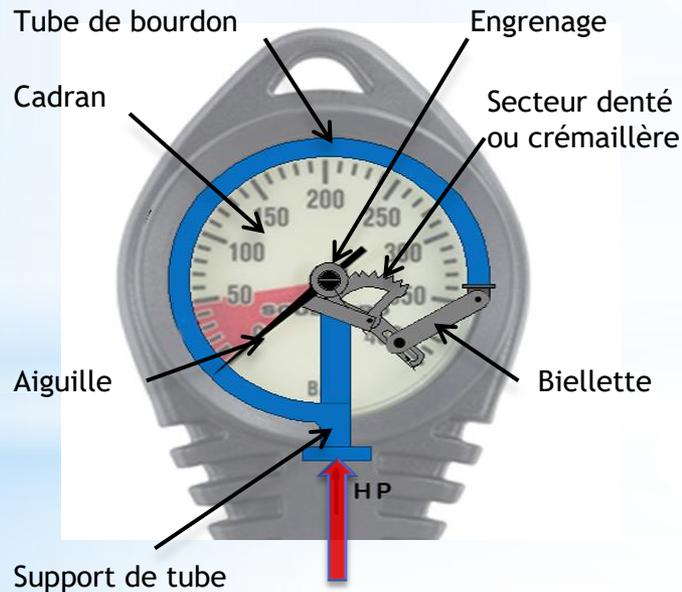
Privilégier :

- Qualité de lecture
- Fond fluorescent

Pas uniquement le prix



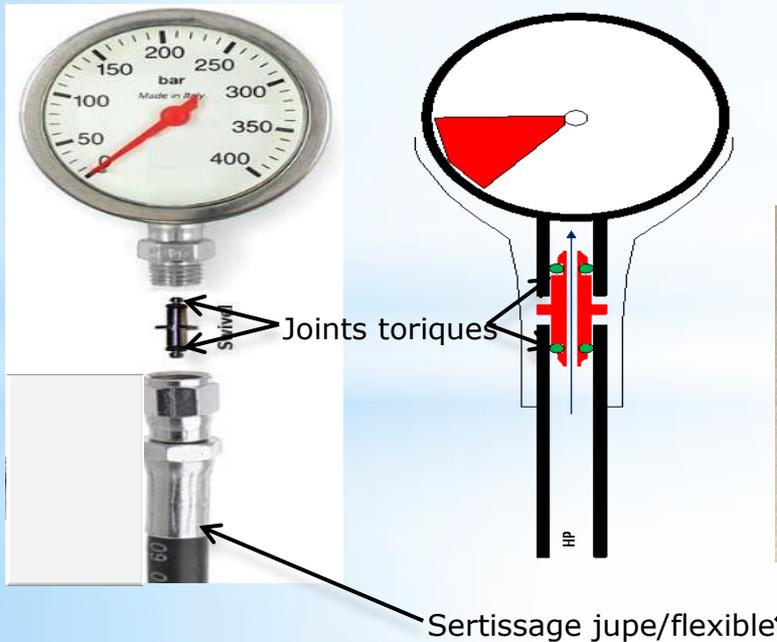
Principe



Le principe de fonctionnement est purement mécanique et repose sur la déformation d'un tube lorsque celui-ci est soumis à la pression. Cette déformation provoque le déplacement d'une aiguille dans un cadran gradué.

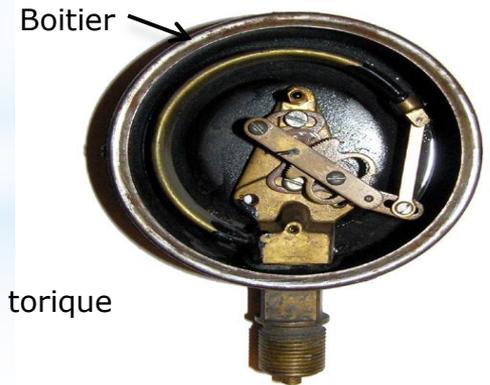
Pannes possibles

Les 2 principales causes de pannes sont, la fuite d'air ou le problème mécanique.



Fuites au niveau des joints = changement des joints

Fuites au niveau des sertissages = changer le flexible



Joint torique

Fuites au niveau du boîtier = fuite interne sur le tube = changer la manomètre.

Plus d'indication de pression ou indication erronée = problème mécanique (chute, choc) = changer le manomètre.

Sur les manomètres premier prix il n'est souvent pas possible de changer le tuyau car c'est un « coup complet » entièrement sertit.

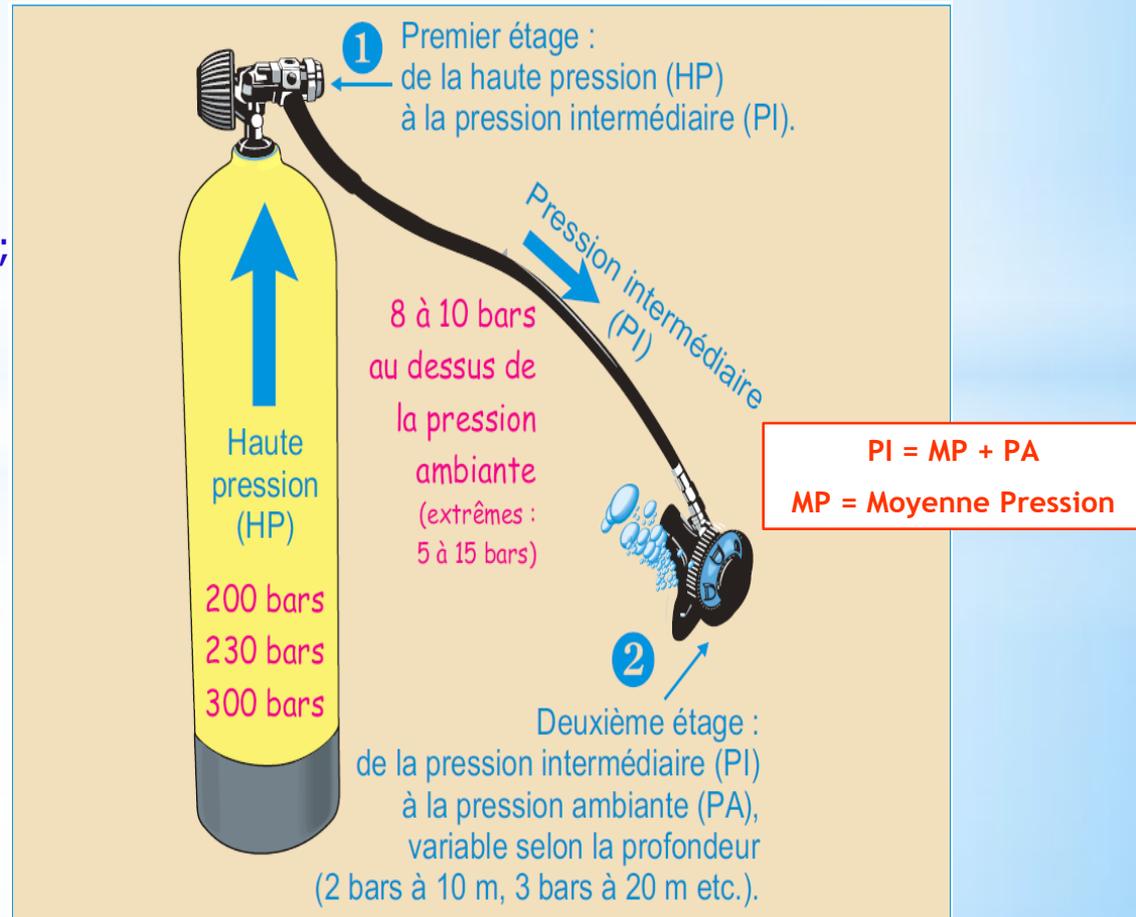
Détendeur de plongée Norme EN250

Un détendeur c'est quoi, çà sert à quoi ?

- Un ensemble mécanique, AIR/EAU;
- Détendre l'air sous pression du bloc;
- A la pression;
- Et à la demande (inspiration).

De quoi est il constitué ?

- 1 Premier étage;
- 1 Tuyau de raccordement;
- 1 Deuxième étage.



Un détendeur est constitué de 2 étages.

Il en existe plusieurs types avec plus ou moins d'options. En fonction du type, ils sont plus ou moins performants et adaptés ou non aux différents milieux ou nous plongeons. Bien évidemment le prix sera en rapport avec tous ces critères.

Types de 1^{er} Étage:

- Piston ou Membrane
- Non compensé / Compensé
- Surcompensé

Type de 2^{ème} Étage:

- Non compensé / Compensé
- Réglage sensibilité
- Effet Venturi
- Effet Vortex



Comment ça marche ?

Lors de l'inspiration, le plongeur crée une dépression dans la chambre sèche du 2^{ème} étage qui a pour effet :

- d'abaisser la membrane
- qui appui sur le levier
- comprime le ressort et ouvre le clapet

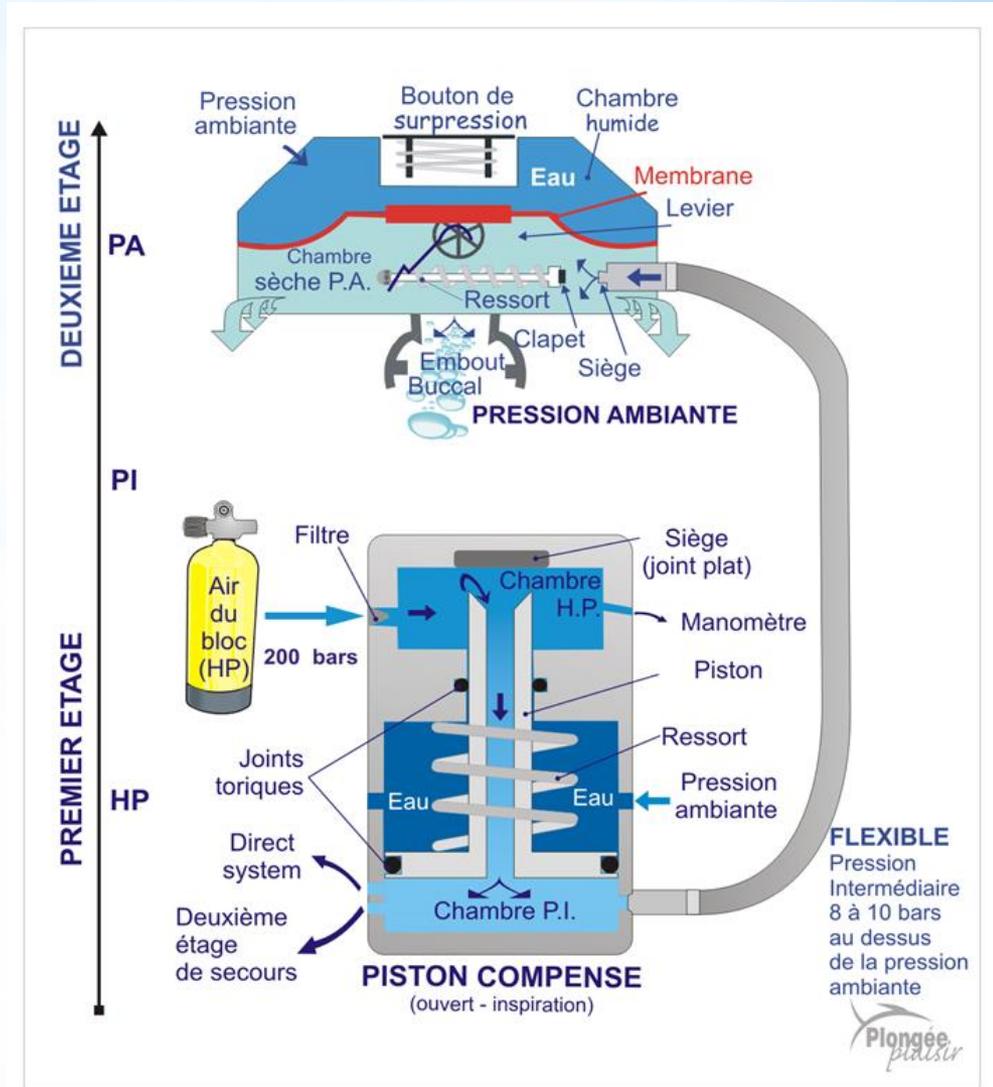
La (PI) pénètre et se détend dans la chambre sèche du 2^{ème} étage.

La baisse de la (PI) se répercute dans le 1^{er} étage ce qui à pour effet de décoller le piston du siège.

La (HP) pénètre dans le 1^{er} étage et se détend à la (PI)

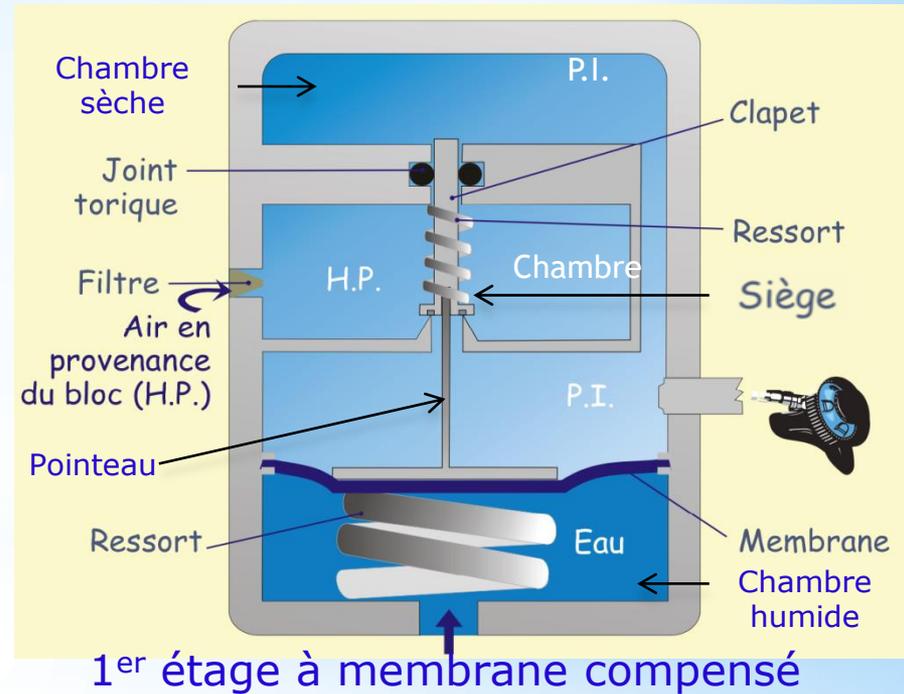
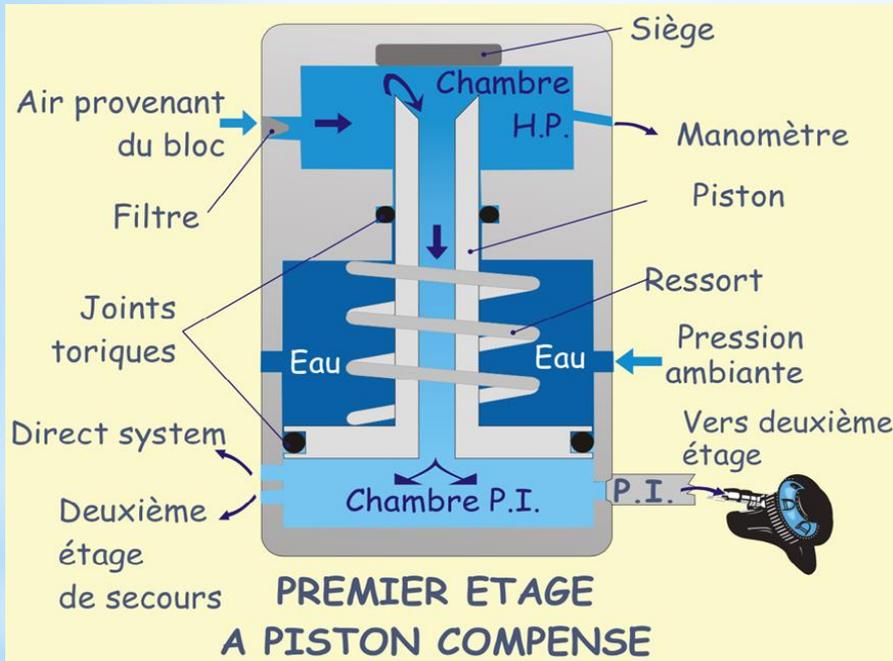
A l'arrêt de l'inspiration :

- les forces générées par les pressions s'équilibrent
- dans le 2^{ème} étage
- puis dans le 1^{er} étage
- et provoquent la fermeture des mécanismes



1^{er} ÉTAGE

PISTON VS MEMBRANE



Le principe de base du fonctionnement de ces 2 types de détendeurs est identique. Ce qui change c'est les conditions d'utilisation. Suivant où vous plongez vous vous orienterez vers l'un ou l'autre.

Les modèles à piston auront souvent un débit d'air plus important, idéal pour la plongée profonde en eau tempérée. A contrario, c'est un facteur favorisant au givrage (piston, ressort en contact avec l'eau). Pas idéal également en cas d'eau chargée (particules, etc...). Entretien facile et pas cher.

Les modèles à membrane, plus complexe, présentent l'avantage d'avoir une chambre humide qui n'est pas en contact direct avec le mécanisme d'ouverture et de fermeture. Diminution risque de givrage et pas de problèmes liés à l'eau chargée. Entretien plus complexe et plus cher, peut se révéler plus fragile.

1^{er} ÉTAGE NON COMPENSÉ VS COMPENSÉ

Non compensé	Compensé
MP et PI dépendent de la pression du bloc (HP)	MP et PI indépendantes de la pression du bloc (HP)
Quand HP diminue, MP diminue	Quand HP diminue, MP constant

MP agissant sur l'ouverture du 2^{ème} étage

Baisse des performances du 2^{ème} étage avec la baisse de la HP

Performances 2^{ème} étage maintenues avec la baisse de la HP

$$PI = MP + PA$$

MP = Moyenne Pression

1^{er} étage surcompensé

La compensation a pour but de conserver constante la MP en sortie du 1^{er} étage.

La surcompensation désigne le fait d'augmenter la MP en sortie du 1^{er} étage

Augmentation de la Moyenne Pression en fonction de :

- la baisse de la HP en fin de plongée

Ou

- l'augmentation de la pression ambiante (PA)

Cette augmentation à pour but :

- de corriger les baisses de performance du 2^{ème} étage
- d'améliorer le confort respiratoire tout au long de la plongée

Avec un 1^{er} étage surcompensé, le 2^{ème} étage doit être compensé pour que son fonctionnement soit indépendant de la MP variable. De même pour le 2^{ème} étage de secours.

1^{er} étage surcompensé

2 principes de surcompensation

Surcompensation par la HP (Scubapro) = Augmentation de la MP lorsque la HP diminue

Amélioration les performances respiratoires en fin de plongée.

La variation de PA n'intervient pas sur MP, par conséquent l'augmentation de la densité de l'air avec la profondeur n'est pas prise en considération

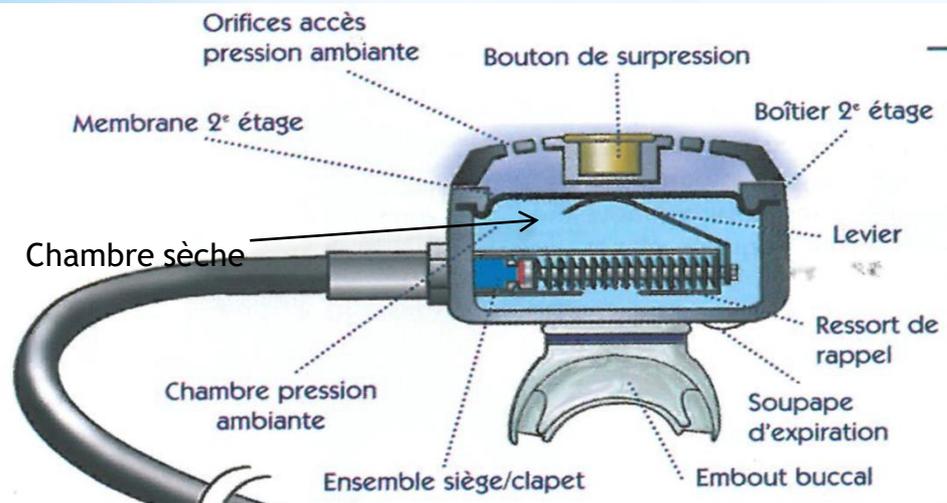
Surcompensation par la PA (Aqua Lung) = Augmentation de la MP lorsque PA augmente.

Améliore les performances respiratoires en profondeurs

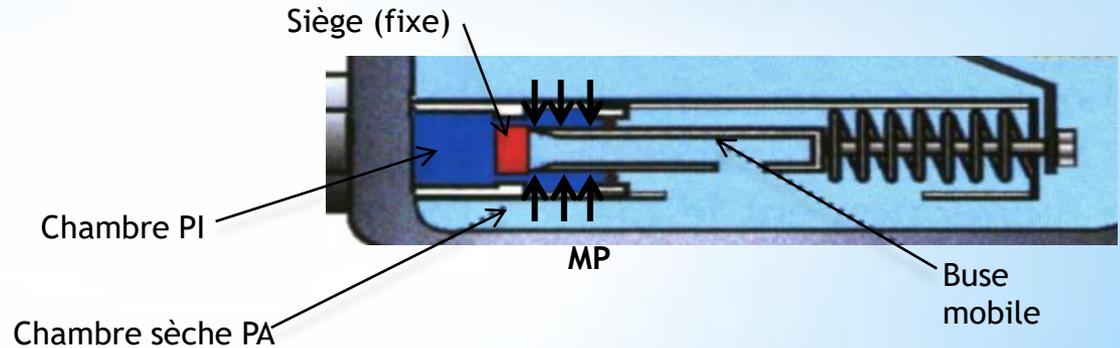
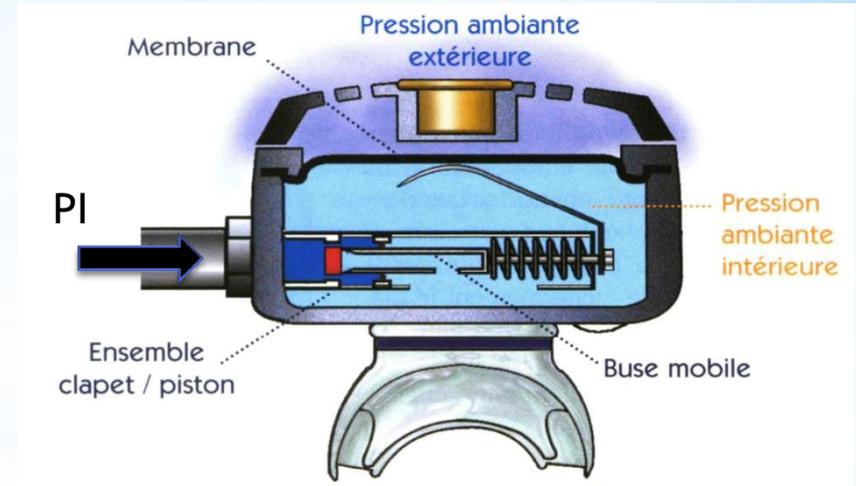
Cela va permet de compenser avec la profondeur :

- l'augmentation de la densité de l'air respiré
- l'augmentation des pertes de charge dans le détendeur

Détendeur 2^{ème} étage simple

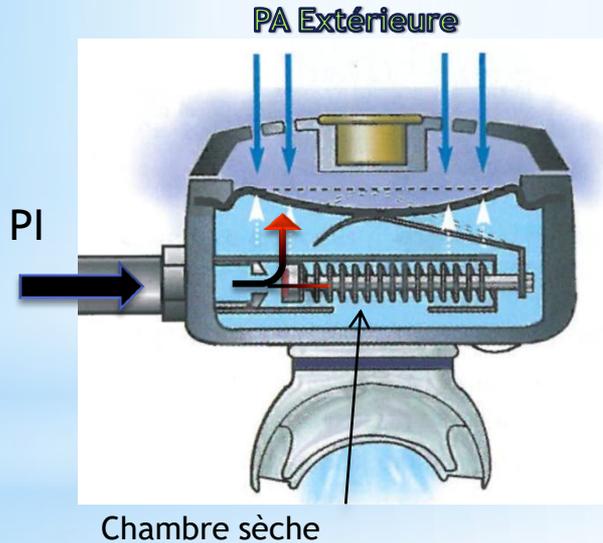


Détendeur 2^{ème} étage compensé



Détendeur 2^{ème} étage simple

Principe de fonctionnement



En inspirant, le plongeur va créer une dépression dans la chambre sèche, la pression ambiante interne baisse

La membrane s'incurve sous l'effet de PA extérieure et actionne le levier.

La tige du clapet recule (le ressort se comprime). PI pousse sur le clapet.

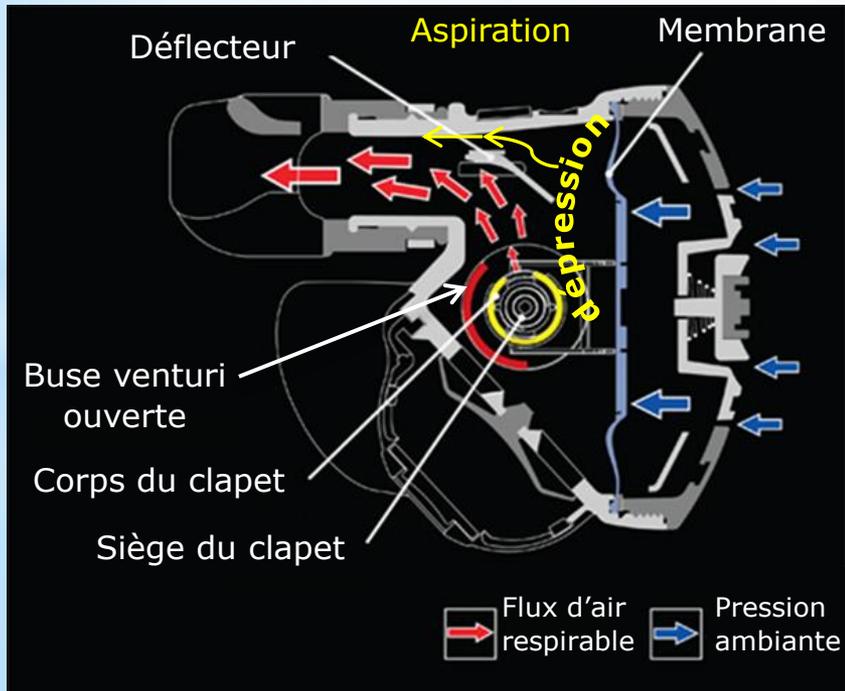
La PI pénètre dans le 2^{ème} étage et se détend à la pression ambiante.

Arrêt de l'inspiration, le PA interne augmente, pousse la membrane, le levier se relève sous l'action du ressort qui le clapet vers le siège pour fermer le 2^{ème} étage (par répercussion fermeture du 1^{er} étage).

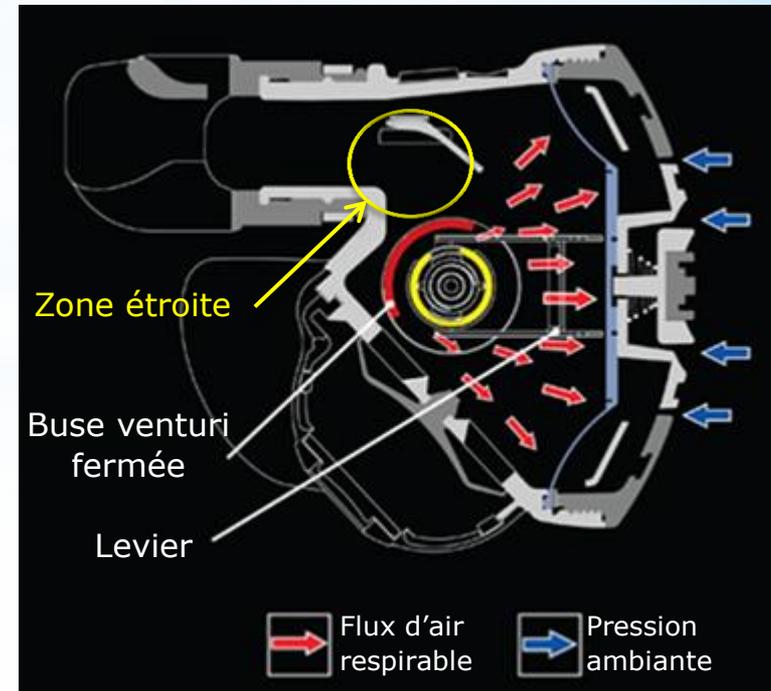
Options sur 2^{ème} étage

L'effet Venturi

L'effet Venturi permet d'obtenir une dépression (aspiration) dans le boîtier de 2^{ème} étage.
Cela réduit l'effort ventilatoire durant toute l'inspiration.



Position commande : Maxi – Dive
Actionner l'effet venturi en immersion



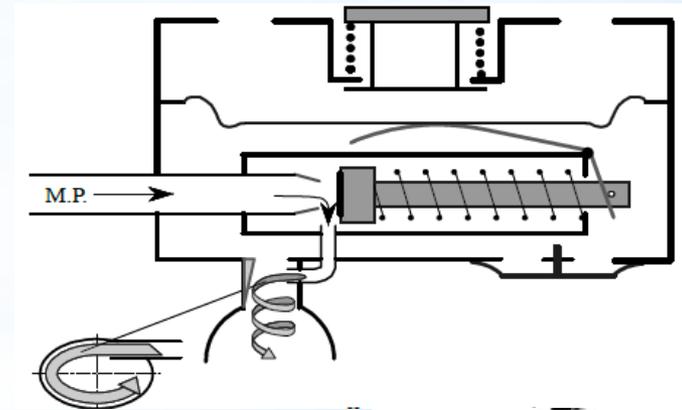
Position commande : Mini – No dive
Bloquer l'effet en surface

Options sur 2^{ème} étage

L'effet Vortex

L'effet Vortex consiste à faire passer le flux d'air en sortie de clapet directement dans l'embout pour un tube latéral qui fait tourner l'air.

Le flux d'air ne passe plus par la chambre sèche.



Cela permet d'avoir :

- un débit plus élevé
- un meilleur écoulement du flux d'air
- une faible aspiration d'air sous la membrane
- limité les risques de givrage
- réchauffer l'air en passant dans le tube métallique

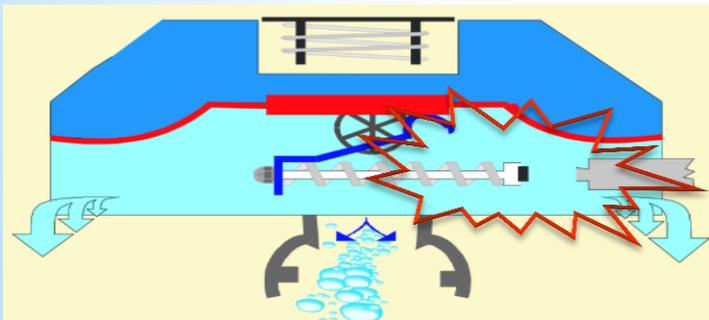
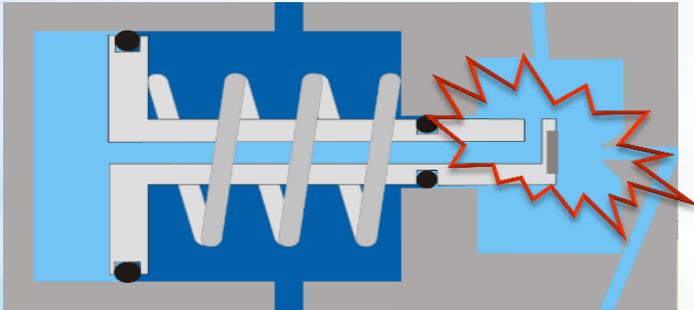


Les détendeurs et le froid

Dans des conditions d'utilisation en eau froide, un détendeur peut se mettre en débit continu.

Apparition de givre qui bloque la fermeture du mécanisme du clapet, le givrage s'amplifie, se propage, le détendeur se refroidit d'avantage.

cercle vicieux du givrage.



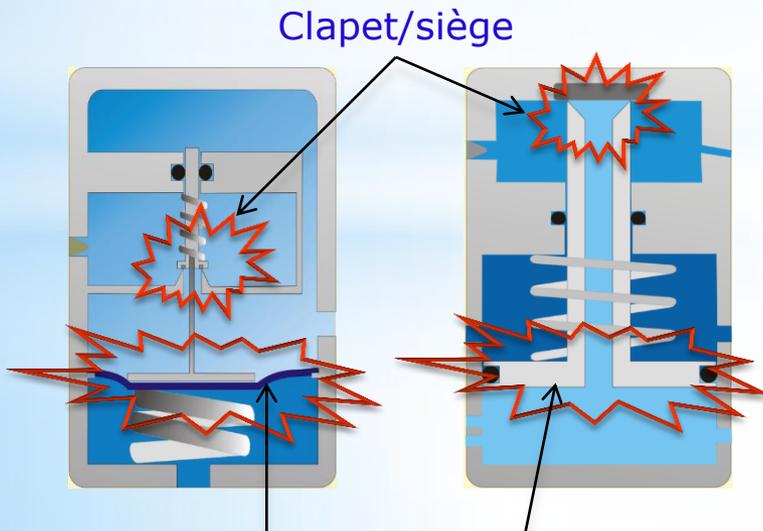
Les détendeurs et le froid

Principe

La détente de l'air comprimé dans un 1^{er} étage sera bien inférieur à 0°C (entre -40°C et - 50°C et pour certains modèles atteindre -100°C). L'augmentation du débit amplifie le phénomène.

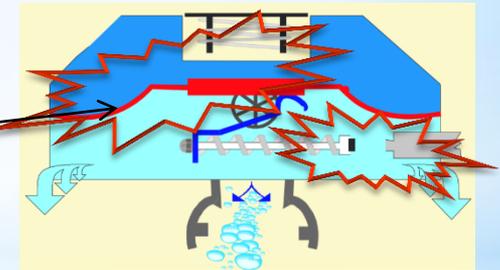
En présence d'humidité dans l'air détendu, du givre peut apparaître, puis des particules de glace.

Ce phénomène peut se produire dans chaque étage du détendeur.



Sur la membrane ou la piston à l'intérieur comme à l'extérieur par propagation du froid => givrage de l'eau extérieur

Membrane



Influence de température de l'eau ambiante :

Le transfère thermique se fait du plus chaud vers le plus froid.

Plus le température de l'eau est basse et plus l'évacuation du froid produit dans le détendeur est difficile.

Moins il y a de surface de contact et moins il y a d'échange

Les détendeurs et le froid

Les factures influant le givrage :

- Présence d'humidité dans l'air comprimé
- Débit lié à notre amplitude ventilatoire
- Profondeur => PA augmente => débit augmente
- Conception de détendeur
- Température de l'eau
- Comportement du plongeur

Test eau tempérée : 10 °C
 Test au froide : 4 °C
 62,5 l/min à 6 bars (375l/min)
 Durée : 5 min

La prévention coté matériel :

- Usage de détendeurs qualifiés eaux froides selon norme EN 250
- Détendeur propre et entretenu
- Purger les robinets avant montage des détendeurs
- Configuration du scaphandre => deux 1^{er} étages pour séparer le direct system du gilet du détendeur principal

La prévention coté plongeur :

- Ne pas faire fuser le détendeur en surface
- Gonfler progressivement le gilet durant le descente
- Ne pas faire d'efforts excessifs / maîtrise de la ventilation
- Etre correctement équilibré avec son gilet
- Avoir un lestage adapté
- Profondeur d'évolution adaptée à l'expérience du plongeur
- Eviter l'association ventilation / gonflage du gilet si configuration standard



Entretien

Précautions avant immersion :

- Purger les robinetteries du bloc avant de raccorder le détendeur;
- Vérifier le montage du détendeur et son fonctionnement.

Après la plongée :

- Fermer l'entrée HP du 1^{er} étage;
- Rincer abondamment à l'eau douce le 1^{er} étage en instant sur la chambre humide;
- Rincer le 2^{ème} étage extérieur et intérieur sans appuyer sur le surpresseur (purge);
- Sécher l'intérieur du 2^{ème} étage en la montant sur un bloc et purger;
- Faire sécher le détendeur dans un endroit sec, ventilé, à l'abri (chaleur, soleil).

Stockage :

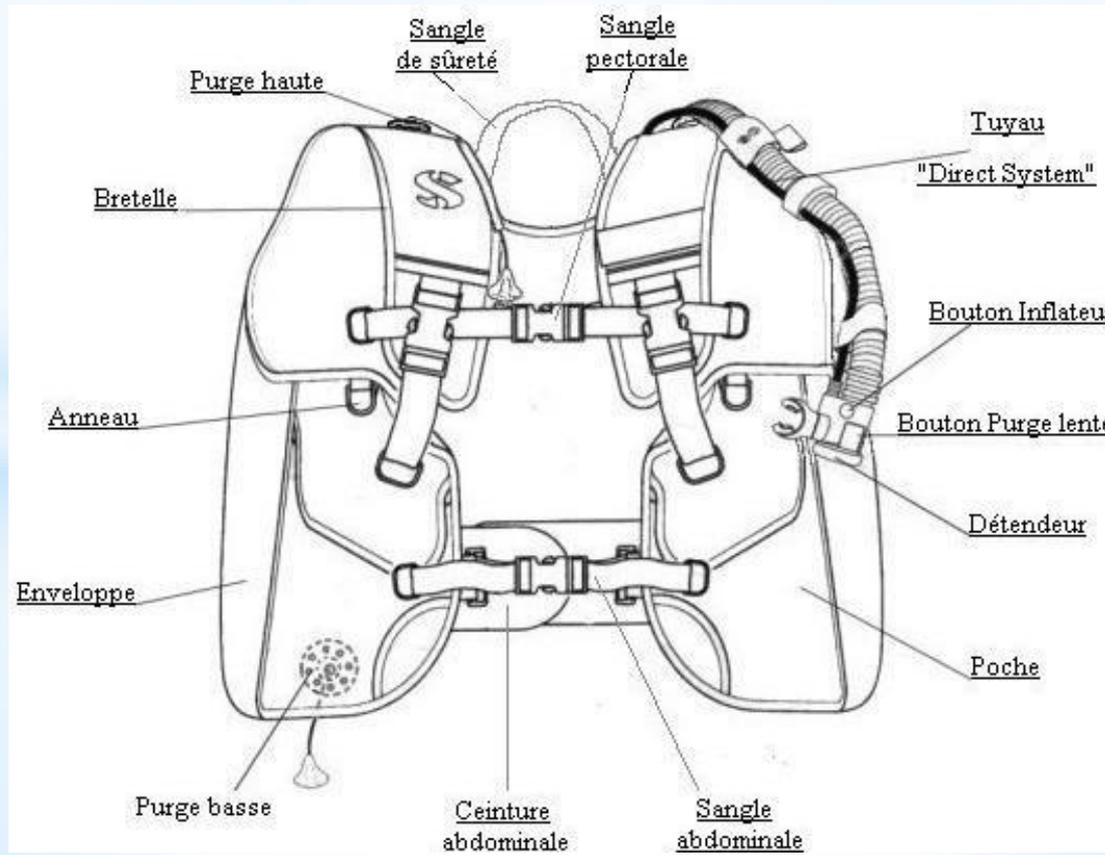
- Dévisser complètement le réglage de sensibilité de 2^{ème} étage;
- Stockage dans un endroit sec, ventilé, à l'abri (chaleur, soleil).

Spécificités liées au détendeur : Voir notice constructeur.

Révisions périodiques : Voir notice constructeur.

Gilet stabilisateur Norme EN12628

Son rôle principal est d'équilibrer le plongeur dans toutes les positions en immersion. Il permet également lorsqu'il est gonflé de maintenir le plongeur en surface.



Gilet stabilisateur

Types de gilets

<p>Enveloppante Non réglable</p>	<p>Pas de bretelle => pas de réglage d'ajustement Vessie sur l'arrière et l'avant => Volume important</p> <p>Facilite le maintien du visage en dehors de l'eau</p>	
<p>Enveloppante Réglable</p>	<p>Bretelles réglables => Ajustement au gabarit Vessie sur l'arrière et les cotés Torse du plongeur dégagée</p>	
<p>Dorsal</p>	<p>Bretelles réglables => Ajustement au gabarit Vessie sur l'arrière => Volume important Maintien verticale en surface difficile Zone avant et latérales du plongeur dégagées</p>	
<p>Wings</p>	<p>Modularité, volume et flexibilité des configurations => Evolutif => Prix plus élevé => Réglage et volume important, plus résistant Maintien verticale en surface difficile</p>	
<p>Sidemount Dit « plongée à l'anglaise »</p>	<p>Réglables, peu encombrant Vessie dorsale en position type sac à doc Port des blocs en latéral</p>	

Gilet stabilisateur

Usages

<p>Enveloppante Non réglable</p>	<p>De plus en plus rare sur le marché et remplacé par le gilet réglable.</p>	
<p>Enveloppante Réglable</p>	<p>Usage plongée loisir et large gamme de produits Tous publics, du débutant au moniteur Prise en main pour des débutants plus aisée</p>	
<p>Dorsal</p>	<p>Pour plongeurs expérimentés, début de la TEK. Plus de dégagement pour les photographes tout en conservant un gilet « léger ». Capacité d'embarquer plusieurs blocs de déco</p>	
<p>Wings</p>	<p>Usage plongées techniques, montage bi-bouteille, Trimix, plongée profonde avec déco importante Maitrise utilisation du gilet sans purge rapide</p>	
<p>Sidemount Dit « plongée à l'anglaise »</p>	<p>Usage multiple (TEK et loisir) Nécessite une « formation » adaptée Plongeurs expérimentés</p>	

Gilet stabilisateur

Autres points :

- Le volume => détermine la capacité de levage (poussée d'Archimède);
- Poches à plombs : largables et non largables (nombre et position);
- Purges : purge lente, rapide, position;
- Inflateur : type, vitesse de gonflage, réactivité et accessibilité

Systèmes intégrés => habitude d'utilisation et prévenir les binômes



- Anneaux fixations;
- Passage octopus;
- Le prix;
- Le modèle : tout public ou spécifique (femme, enfant);
- Modèle : voyage => sans back-pack, épuré, plus léger et plus fragile;
- Le confort : Dossier matelassé, qualité du back-pack, un rembourrage sur le col;
- La solidité : un indice (500, 1 000...) denier ou cordura;
- Poches rangements.

Gilet stabilisateur

Pannes et entretien:

Avant toute mise à l'eau le contrôle de fonction du matériel est réalisé :

- Inflateur ne gonfle pas;
- Fuite sur l'inflateur;
- Fuite sur l'enveloppe;
- Purge non fonctionnelle;
- Gonflage intempestif de l'inflateur.

Changer de gilet pour la plongée

- Fuite au niveau des liaisons gilet/purge

Contrôler le serrage des purges et de l'inflateur, sinon changer

En immersion : disfonctionnement, panne

Fin de plongée

Entretien :

- Purger l'eau entrée dans le gilet durant l'immersion;
- Rincer l'intérieur du gilet;
- Rincer les éléments mécaniques (purges et inflateur);
- Rincer l'enveloppe extérieur et le back-pack.

Le parachute de palier

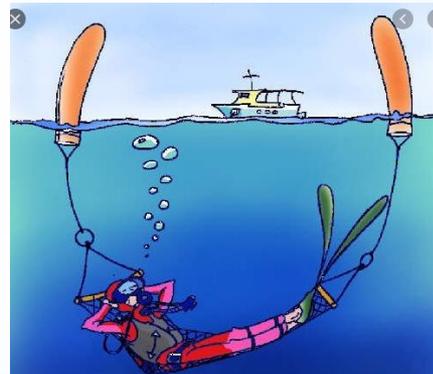
Rappel:

En milieu naturel, chaque palanquée dispose d'un parachute de palier » ([Article A. 322-80 du code du sport](#))... Je conseille cependant que chaque plongeur ait le sien. Au-delà de l'obligation légale, le parachute de palier est avant tout un élément de sécurité important dans l'équipement du plongeur mais également un accessoire de confort non négligeable.

Description:

Un parachute de plongée se compose de 3 éléments, dont les caractéristiques devront être considérées pour un choix éclairé :

- Une enveloppe de forme, de couleur et de sophistication variables;
- Un bout (cordon ou tresse);
- Une housse et/ou attache à la stab.



Comment choisir son parachute?

Les caractéristiques d'un parachute de palier devront guider votre choix et vous devra être capable de les expliquer pour bien conseiller.

Un parachute se compose de:

- Une enveloppe, de forme, de couleur et de sophistication variable;
- Un bout;
- Une sacoche et/ou attache à la stab.

Enveloppe:

En nylon enduit, plastique ou PVC thermo-soudée avec ou sans coutures qui reçoit l'air. La hauteur du parachute dépendra du besoin de visibilité. Équipée d'une simple ouverture, ou d'un système anti-retour avec, le cas échéant, purge et soupape de surpression afin de lâcher l'air en excès.

La longueur doit être suffisante (minimum 1,50 m). Pour la couleur pas d'exigence réglementaire particulière si ce n'est d'utiliser une couleur vive se voyant de loin. Une convention de la plongée « TEK » stipule cependant qu'un parachute jaune signale un incident. Pour les couleurs exotiques c'est à vous de voir 😊

Privilégier également les attaches en métal ou en nylon plutôt que plastique.



Comment choisir son parachute?

Le bout:

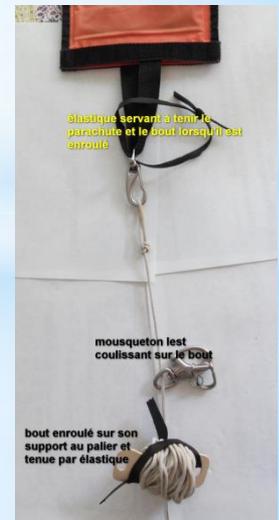
Généralement le parachute est livré avec une « cordelette » très légère propice à l’emmêlage. C’est un facteur de risque de se voir tracté saucissonné en surface. La remplacer dès l’achat par un bout plus épais (voire lesté pour certains) qui conservera dans l’eau une relative rigidité (« garcette » de 2 à 3 mm)

La longueur du bout est variable selon les types de plongée. En plongée loisir un bout de 9-10m est largement suffisant. On y marquera utilement les profondeurs de 3, 6 et 9m (au marqueur indélébile et non avec des nœuds) en guise de repères visuels !

On privilégiera le nœud de chaise pour attacher la tresse au parachute et au lest.

La tresse devra être lestée pour éviter tout emmêlage intempestif. Pour ce faire, inutile de trop lester. C’est autant de lest que vous n’aurez plus au palier pour le tenir... 100g sont largement suffisants ! Plusieurs techniques sont possibles : le bout plombé ou un petit lest en bout de tresse (simple mousqueton ou petit plomb cylindrique pouvant servir à enrouler le bout).

Certains modèles de parachute de palier sont vendus sans tresse et sans lest. Pensez à vérifier avant d’aller plonger la bonne fixation des différents éléments Certains investissent dans un enrouleur... Il est avant tout destiné à des plongées profondes avec les longs paliers en dérive. L’utilisation d’un enrouleur se justifie par la longueur du bout nécessaire et/ou les manipulations à faire au palier justifiant une prise en main particulière (changement de bloc par exemple). Néanmoins son utilisation est liée à la plongée technique. Pour la plupart des plongées loisir cet instrument sera inutile, voire encombrant.



Comment choisir son parachute?

Housse ou attache à la stab:

Certains modèles de parachutes ont, intégré à leur base, une housse dans lequel se roule le parachute. Pratiques, ces modèles empêchent néanmoins d'enrouler la tresse autour du parachute. Ils impliquent de trouver une solution pour conserver la tresse enroulée proprement pour un dépliage sans encombres lors de l'utilisation au palier. Par exemple enroulée autour d'un lest cylindrique qui devra pouvoir trouver sa place dans la housse.

Une housse séparée devra être sécurisée sur la stab pour en éviter la perte lors de l'utilisation au palier. Pensez à vérifier la présence d'anneau sur l'extérieur de la housse afin de fixer un mousqueton ou un enrouleur.

Certains modèles de parachute de palier sont vendus sans housse. Se posera donc la question de l'enroulage de la tresse et stockage du lest.



Conclusion

Qu'il soit obligatoire ou non, de sécurité ou de confort, le matériel du plongeur doit être une aide technique à la plongée. Il est le facilitateur des gestes techniques et assure le bien être physique, physiologique et psychique du plongeur.

Un maitre mot dans le choix du matériel : restez simple et humble!!!
C'est pas un défilé de mode, une expo « HITECH », ou l'occasion d'afficher ses moyens.

Le bon plongeur est celui qui prends les bonnes décisions au bon moment et qui sait parfaitement utiliser son matériel.







zoom

PRÉAMBULE

RAPPEL
REGLEMENTAIRE

BOUTEILLE

MANOMETRE

DETENDEUR

GILET

PARACHUTE



