

Les détendeurs

Table des matières

1. Introduction	2
2. Détendeur à un étage	3
2.1. Fonctionnement:	4
2.2. Pression	5
3. Détendeur à deux étages.....	6
3.1. Le premier étage	6
3.2. Compensation	6
3.2.1. Nouveau principe	8
3.3. Le deuxième étage	9
3.3.1. Clapet amont	9
3.3.2. Clapet aval	9
3.3.3. Clapet pilote	9
3.3.4. Schéma de principe des deuxièmes étage.	10
3.3.5. Clapet pilote à micro fuite	11
3.3.6. Clapet pilote sans micro fuite	11
3.3.7. Membrane pilote.....	11
3.4. Glaciation – Givrage	12
3.4.1. La glaciation du premier étage	12
3.4.2. Le givrage.....	12
3.5. Pression	13
4. Entretien	14
5. Matériaux	15
6. Le Narguilé	16
7. Conclusion	17
8. Références	18

1. Introduction

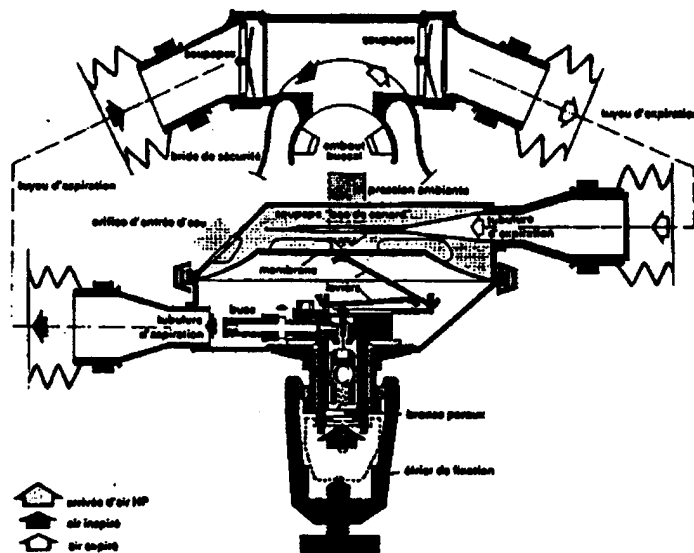
Le détendeur est un appareil qui permet au plongeur de respirer l'air à pression ambiante. En effet, si le détendeur fournissait l'air à une pression unique, les efforts respiratoires seraient bien plus intenses, voire impossibles à fournir à grande profondeur. Et si le débit était calculé pour des grandes profondeurs, il y aurait débit constant à faible profondeur. Le détendeur doit donc fournir l'air au plongeur de manière variable, en fonction de la profondeur, mais aussi en fonction de la demande du plongeur.

On distingue deux types de système:

- détendeur à un étage
- détendeur à deux étages.

2. Détendeur à un étage

Le détendeur à 1 étage est constitué d'une partie sèche et d'une partie humide. Il fait passer l'air de la bouteille directement de la HP - haute pression à la BP - basse pression -. Nous appellerons BP la pression à laquelle l'air est fourni au plongeur.



La partie sèche comporte l'arrivée de l'air de la bouteille, un système de leviers et l'embout d'inspiration. Cette partie sèche est séparée de la partie humide par une membrane. La partie humide permet à la pression hydrostatique de s'exercer sur la membrane et reçoit l'embout d'expiration. L'air de la bouteille pénètre dans une zone HP via un bronze poreux jusqu'au clapet taré. Celui-ci est attaqué en son centre par un pointeau actionné par la membrane via un jeu de leviers. La membrane agit sur le pointeau et provoque son ouverture selon trois modes :

- lorsque la pression hydrostatique crée une surpression sur la membrane ;
- lorsque le plongeur crée une dépression en inspirant;
- lorsque les deux modes ci-dessus sont combinés.

2.1. **Fonctionnement:**

En inspirant (TA), le plongeur crée une dépression dans la partie sèche. Cette dépression entraîne l'air contenu dans cette partie et grâce à l'effet Venturi on diminue l'effort respiratoire. La membrane se courbe et appuie sur les leviers qui vont appuyer sur le pointeau et donc libérer le passage de l'air. L'air envahit le système et par la buse se dirige vers TA. La buse étant munie d'orifices, l'air va se diriger en partie vers la partie sèche et remplir cette cavité. Dès que le plongeur a terminé son inspiration la partie sèche se remplit d'air, la membrane remonte et le pointeau referme l'accès. Ce système de buse percée permet une souplesse dans l'utilisation du détendeur et évite des à-coups de pression d'air. La forme particulière de cette membrane et la pression ambiante empêchent l'eau d'entrer dans le détendeur côté partie sèche.

Les tuyaux d'inspiration et d'expiration ont par la suite été munis de soupapes de non retour qui empêchent d'une part la pénétration d'eau dans les tuyaux et d'autre part l'inspiration d'une partie de l'air expiré.

Ce détendeur connu à ses débuts sous le nom de Cousteau-Gagnan CG45, du nom de ses inventeurs, est aujourd'hui connu sous le nom de MISTRAL ou ROYAL MISTRAL quand il est muni des soupapes de non retour.

AVANTAGES

- robustesse simplicité
- bulles dans le dos
- légèreté de l'embout
- pas de givrage
- possibilité mano (HP)

INCONVENIENTS

- encombrant
- positionnement précis
- fragilité tuyaux
- pas de bouton de surpression
- difficulté de passage d'embout
- impossibilité d'avoir des sorties MP

2.2. *Pression*

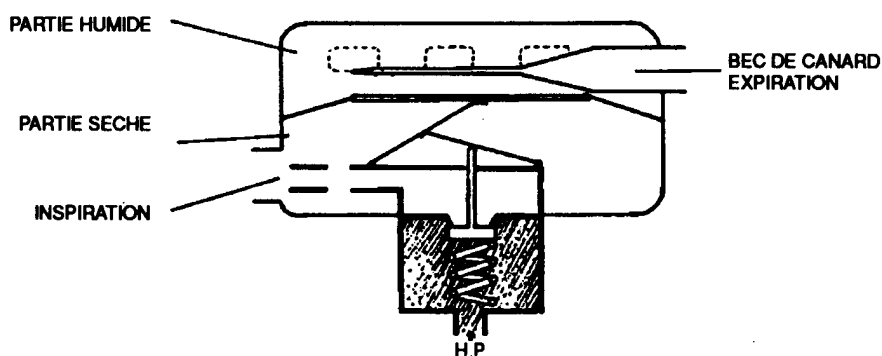
- Dépression : Plongeur horizontal sur le ventre effort inspiratoire
Equipression : Plongeur horizontal sur le coté
Surpression : Plongeur horizontal sur le dos effort expiratoire

A part pour quelques irréductibles ce détendeur est aujourd'hui utilisé uniquement en écolage piscine, et même son emploi est de plus en plus réservé à acquérir un style plutôt qu'un écolage proprement dit.

Ce détendeur est dit non compensé. A savoir que plus la pression diminue dans la bouteille, moins la force nécessaire pour enfoncer le pointeau est grande et donc laisser passer l'air est plus facile. D'où une inspiration plus aisée en fin de plongée.

On dit qu'un détendeur est compensé lorsque l'effort demandé pour avoir de l'air est le même durant toute la plongée, c'est-à-dire que la pression restant dans la bouteille n'influence aucunement la distribution de l'air.

2.3. *Schéma de principe du détendeur à un étage*



A part pour quelques irréductibles ce détendeur est aujourd'hui utilisé uniquement en écolage piscine, et même son emploi est de plus en plus réservé à acquérir un style plutôt qu'un écolage proprement dit.

3. Détendeur à deux étages.

Son nom vient du fait que l'air passe par deux étapes avant d'être donné au plongeur.

Première étape: HP → MP

Deuxième étape: MP → BP

3.1. *Le premier étage*

Son rôle est de transformer la HP en MP. Il serait cependant gênant que cette MP soit constante: en effet, à partir d'une certaine profondeur, le débit d'air ne serait plus suffisant et ce serait l'essoufflement pour le plongeur. Soit une MP de 7 bars: à 50 m la PA = 6 bars. D'où des difficultés inspiratoires.

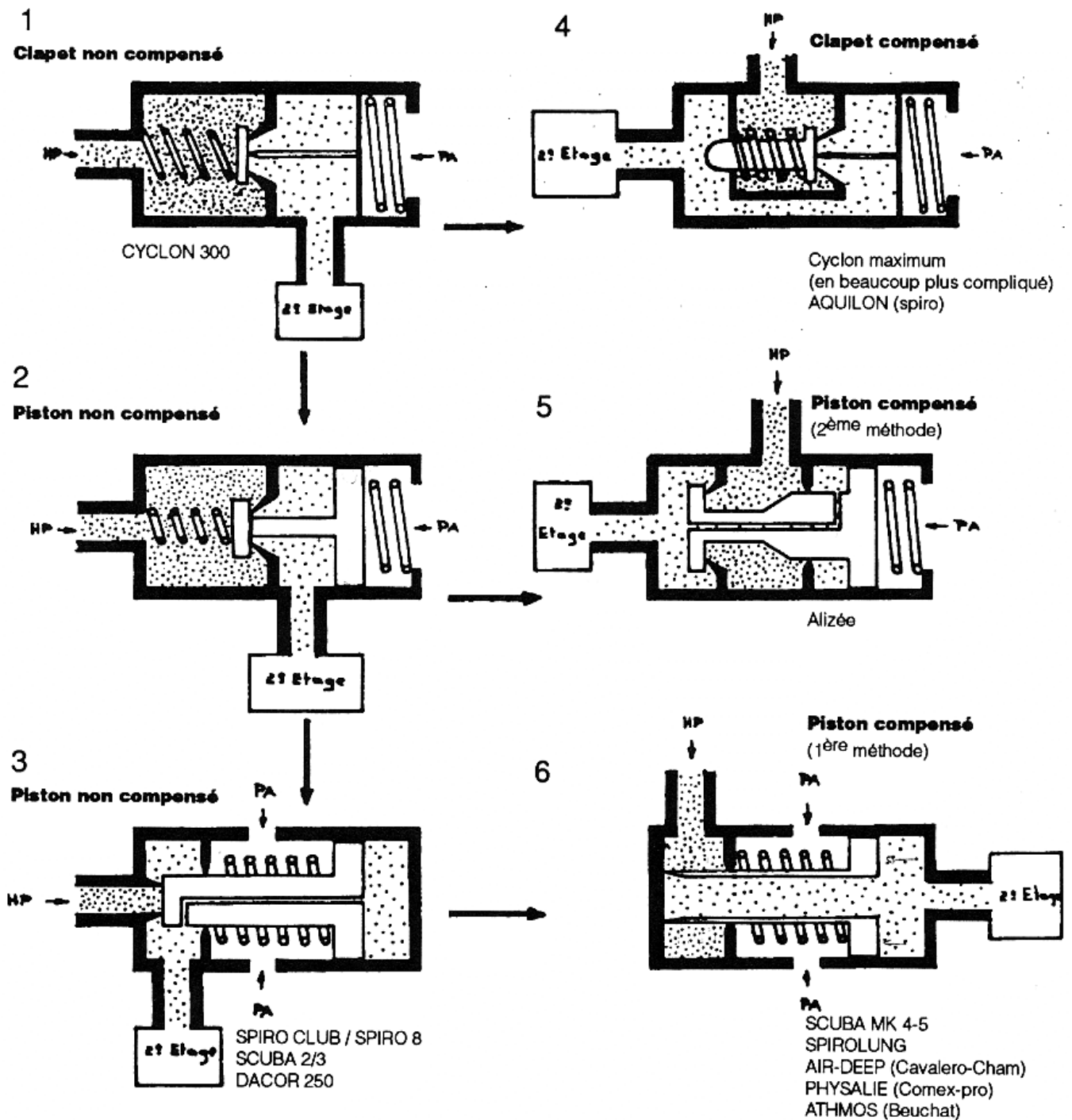
Il faut donc asservir la MP à la PA pour qu'elle conserve une différence constante ce qui est réalisé au moyen d'une membrane ou d'un piston. La différence de pression sera toujours de 7 à 10 bars en faveur de la MP par rapport à la PA.

Remarque. : Un 1er étage à membrane est moins sensible au givrage et aux impuretés (sable, ...) qu'un 1er étage à piston. La membrane n'autorise cependant pas des déplacements aussi importants que ceux du piston.

3.2. *Compensation*

En examinant les schémas de la colonne de gauche, on se rend compte que la HP a une influence certaine sur le clapet et que toute variation de cette HP va avoir des conséquences sur la grandeur de la force nécessaire au décollage du clapet car la force développée par la membrane ou le piston – pour une PA constante - et le ressort ne change pas. (n° 1,2 : HP ↓ → MP ↑ / n° 3 : HP ↓ → MP ↓). Cette augmentation de MP entraîne un effort inspiratoire supplémentaire au niveau du 2° étage. Pour la supprimer, il suffit d'annuler l'influence de la MP sur la section considérée en introduisant un deuxième clapet (n° 6). La valeur de la MP n'est plus influencée par le HP : le 1er étage est dit compensé.

3.3. Schémas de principe des premiers étages

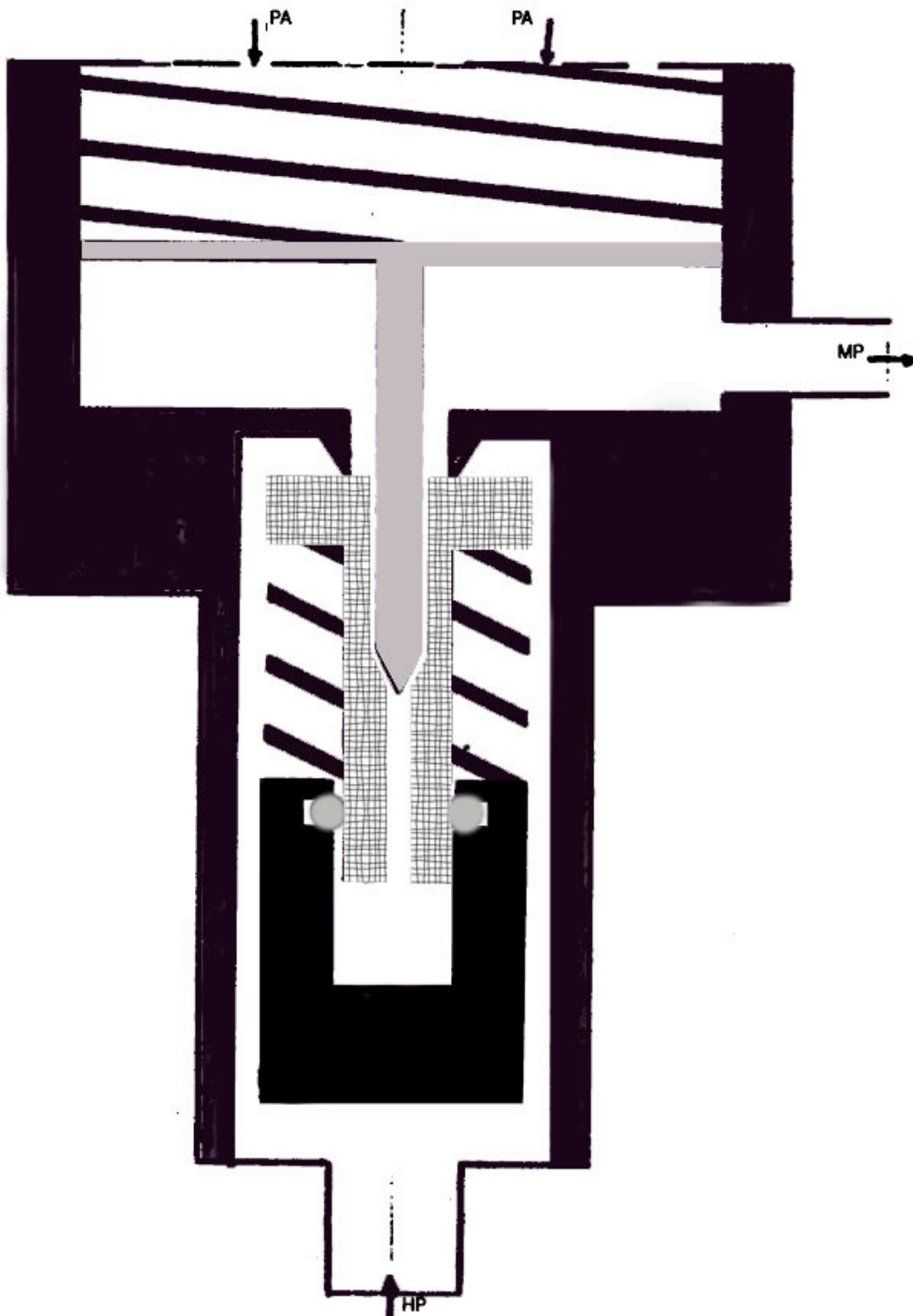


3.3.1. Nouveau principe

Les surfaces soumises aux MP et HP sont équivalentes, ce qui donne une résultante des forces nulle.

La valeur de HP et MP n'a donc plus aucune influence, l'effort pour mettre en mouvement le détendeur sera toujours le même.

Le détendeur est compensé.



3.4. Le deuxième étage

Le principe général de fonctionnement est le même que celui des détendeurs 1 étage avec cependant deux différences:

- la force exercée sur le clapet est moins grande.
- l'expiration se fait directement sans passer par un tuyau.

Trois grands principes gouvernent les systèmes 20 étage:

- le clapet amont;
- le clapet aval;
- le clapet pilote.

3.4.1. Clapet amont

Le plus simple, il est délaissé car il est dangereux. En effet, si pour une raison quelconque, la MP augmentait, le clapet serait plaqué sur son siège avec une force croissante jusqu'à ce qu'il ne décolle plus. L'air n'arrive plus au plongeur et il y a risque d'éclatement du tuyau MP. Certains fabricants ont cependant ajouté à l'extrémité du tuyau une valve de surpression. Pas d'éclatement mais toujours pas d'air au plongeur.

3.4.2. Clapet aval

Le plus répandu, car il ne risque pas l'éclatement du tuyau et permet au plongeur d'avoir de l'air, même si cet air est en débit constant. L'inconvénient est que son ressort doit être plus puissant, donc plus difficile à régler et plus fragile à vite se dérégler. Le manque de souplesse de l'inspiration peut être compensé soit par un réglage manuel, soit par un système d'auto compensation basé sur les mêmes principes que ceux du 1er étage.

3.4.3. Clapet pilote

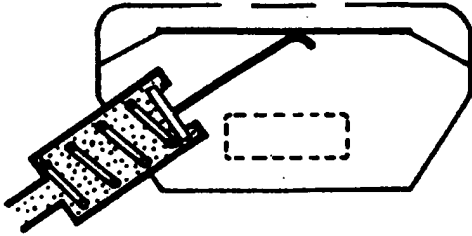
Beauté technologique mais très fragile.

Signalons également le système à membrane pilote.

Le deuxième étage fournit donc au plongeur l'air à la pression ambiante.

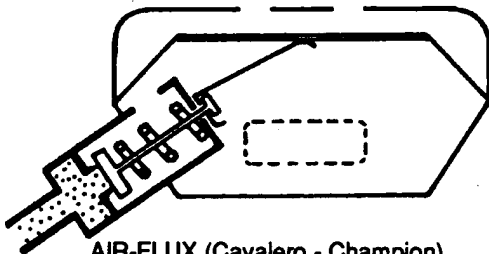
3.4.4. Schéma de principe des deuxièmes étage.

1 Clapet amont



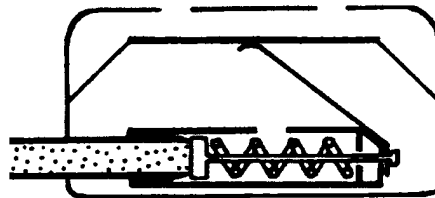
MARES MS (avec soupape de sécurité)
principe (CA Pos. Max avec soupape de sécurité)

2 Clapet aval



AIR-FLUX (Cavalero - Champion)
MK II et IV (Scuba)

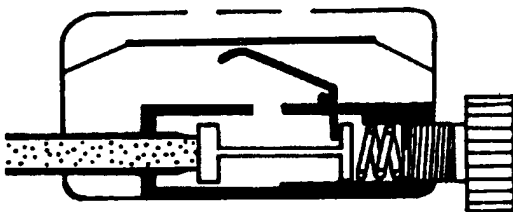
3



SPIRO 8
AQUILON
SPIROLUNG

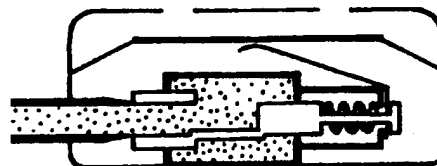
SPIRO

4 réglage manuel



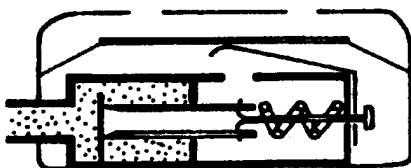
MK 5 (Scuba)

5 auto-compensé (1ère méthode)



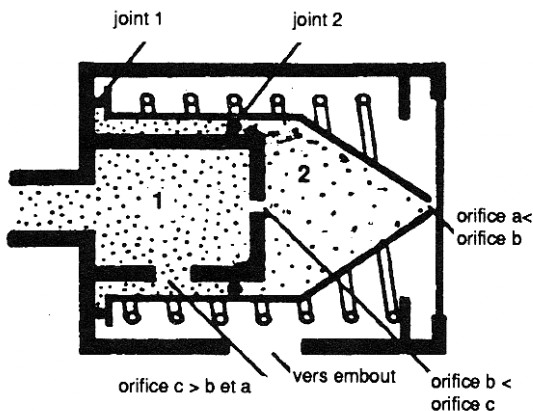
ATMOS (Beuchat)

6 auto-compensé (2ème méthode)



SCUBA-STAR (Star France)
PHYSALIE (Comex-pro)

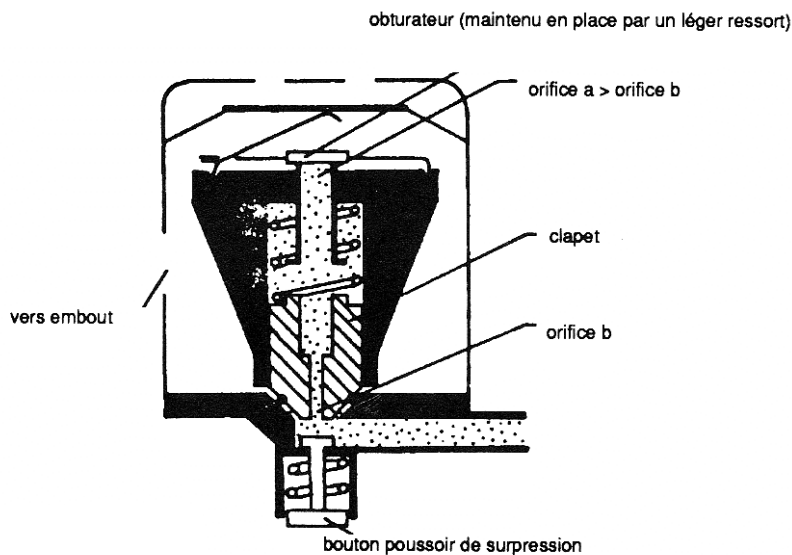
3.4.5. Clapet pilote à micro fuite



L'air MP arrive dans la chambre (1) et se répand dans la chambre (2) par b. Par l'orifice a. (micro fuite), il se répand dans l'ensemble de l'appareil. Le ressort maintient la chambre (2) en place, mais si une dépression colle la membrane sur a. La pression monte en (2), repousse le ressort et provoque le débit par c.

Théorique car le débit ne suit pas (dans le temps) exactement la demande (temps de réponse)"
essoufflement possible (probable).

3.4.6. Clapet pilote sans micro fuite

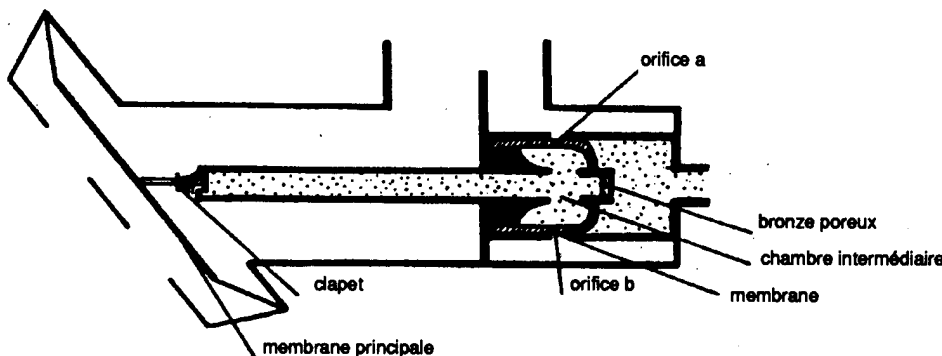


Alizée (Spiro)

Micro-régulateur M 300 (Piel)

L'air MP arrive et envahit la chambre intermédiaire. Lors de la dépression, la membrane s'abaisse, le levier soulève l'obturateur et l'air s'échappe. La P diminue dans la chambre intermédiaire et le clapet est repoussé par la MP car $b < a$ → la chambre se vide instantanément mais se remplit + lentement. Le clapet soulevé, l'air MP emplit l'appareil.

3.4.7. Membrane pilote



Poséidon Max.

Lorsque par suite d'une dépression sur la membrane principale, l'air MP s'échappe de la chambre intermédiaire, il n'est pas directement remplacé par de l'air MP à cause du retard créé par le bronze poreux. Cette différence de pression fait s'affaisser la membrane qui laisse le passage à l'air MP par les orifices a et b.

Avantages

Tuyau unique solide
Possibilité débit continu
Sorties HP MP multiples
Pas besoin d'un positionnement précis

Inconvénients

Poids en bouche Bulles dans le visage
Givrage

3.5. Glaciation – Givrage

3.5.1. La glaciation du premier étage

Ce phénomène se passe toujours hors de l'eau. Soit que le plongeur sorte son détendeur d'un sac humide, soit qu'il saute dans l'eau et revienne en surface avec le 1° étage émergeant. Si la t° extérieure est inférieure à 0°, un manchon de glace peut se former autour du ressort du 1° étage et neutraliser le fonctionnement du détendeur.

Symptômes:

- débit constant
- blocage du détendeur (pas d'air)

Remède:

- fermer la bouteille et maintenir l'ensemble bouteille et le détendeur dans l'eau, jusqu'à ce que le système soit à nouveau en ordre.

Préventions:

- maintenir et conserver son détendeur au sec et au chaud, aussi longtemps que possible (le placer sur la bouteille au dernier moment)
- maintenir l'ensemble immergé une fois dans l'eau.

3.5.2. Le givrage

La détente de l'air occasionne un refroidissement de celui-ci. Cette détente à lieu à chaque respiration et à chaque gonflage du gilet par l'inflateur. Lorsque la t° extérieure est proche de 0°C), il peut se former du givre au niveau du 1° et/ou du 2° étage du détendeur.

Localisation du givrage:

- 1° étage: le siège du piston.

La détente de l'air provoque du givre au niveau du siège et il n'y a donc plus étanchéité. La MP va augmenter et le 1° étage passe en débit constant. Ce débit va aggraver le refroidissement et donc augmenter l'importance du givrage (cercle vicieux)

- 1° étage: le piston

La détente de l'air à l'intérieur du piston provoque un manchon de glace autour de celui-ci et l'empêche donc de revenir se coller contre le siège.

- 2° étage: le clapet

La détente de l'air provoque la formation de givre au niveau du clapet et détruit ainsi son étanchéité. Le 2° étage se met en débit constant, qui entraîne le givrage du 1° étage. Ce phénomène est très fréquent avec les nouveaux détendeurs dont les boîtiers en matière plastique sont non conducteurs de chaleur et donc la chaleur de l'eau n'est pas transmise aux pièces givrées.

Symptôme :

- débit constant

Prévention:

- maintenir le détendeur le plus longtemps possible au chaud
- ne pas faire fuser ou respirer trop fort à la mise à l'eau

Remède:

Fermer la bouteille le plus rapidement possible; attendre 10 à 20 secondes avant de l'ouvrir à nouveau.

Il existe sur le marché des kits antigivre. En fait les pièces en contact avec l'eau extérieure sont isolées de cette eau par de la graisse silicone ou de l'huile.

3.6. *Pression*

Dépression : Plongeur horizontal sur le dos effort inspiratoire

Equipression : Plongeur horizontal sur le côté

Surpression : Plongeur horizontal sur le ventre effort expiratoire

De mémoire, comparez avec le détendeur 1 étage. Pourriez-vous expliquer?

4. Entretien

Il se peut que durant vos vacances vous constatiez que votre détendeur devient dur à partir de 30 ou 40 m. Cela est dû au fait que durant toute l'année les pièces mobiles du détendeur sont habituées à travailler à ces profondeurs - limitation des profondeurs en carrières, lacs,... -. Or comme les vacances sont souvent associées à descentes, des crasses peuvent entraver la course des pièces mobiles. Et ces crasses se trouvent généralement au delà des courses habituelles. Pour cette raison, et parce que votre détendeur est le garant de votre vie, il est nécessaire de le faire entretenir au moins une fois l'an et si possible avant les vacances.

5. Matériaux

Qu'ils soient à 1 ou 2 étages, les pièces des détendeurs sont constituées des matériaux suivants:

Corps	laiton chromé, laiton forgé, acier inox
Étrier	laiton forgé, laiton embouti à chaud
Clapet	téflon, néoprène, caoutchouc
Filtre	bronze poreux, fil inox
Piston	laiton chromé, acier inox
Ressort	acier inox
Boîtier	laiton chromé, polyester et fibre de verre
Membrane	silicone
Soupape d'expiration	silicone
Embout	caoutchouc, silicone, néoprène

6. Le Narguilé

A côté du matériel de plongée autonome - bouteille + détendeur -, on trouve un appareil non autonome dont la source d'air est en surface. Son principe est la dissociation du détendeur de la source d'air, ce qui libère le plongeur du port de la bouteille et ne limite plus la durée de la plongée au stock d'air emporté. Les déplacements sur le fond sont cependant restreints du fait de ce lien avec la surface. Le détendeur peut être à 1 ou 2 étages, la source d'air peut être une bouteille d'air HP ou même un compresseur. Le système du narguilé est né du système du scaphandrier pieds lourds et de son casque, et de l'évolution technologique.

Toujours pour plus de confort, le narguilé a été intégré à un masque facial - auquel peut également être adapté un détendeur classique. Ceci a permis d'installer un système d'interphones qui permet la communication entre le plongeur et sa base. La base pouvant être la surface comme une tourelle de plongée.

Le port du vêtement étanche et du masque facial ont encore fait reculer les limites du narguilé qui se retrouve associé à un système de récupération des gaz expirés par le plongeur ainsi qu'un système de chauffage du costume de plongée. Ce genre d'équipements s'adresse à des utilisateurs spécifiques du style plongeurs professionnels - diminution des coûts par récupération des gaz diluants (hélium), prolongation des temps de travail sous-marin (plongée à saturation). L'usage en plongée sportive du narguilé est limité aux plongées archéologiques ou biologiques, plongées qui sont statiques. Le plus grand danger du système provient de la dépendance totale du plongeur envers ce tuyau qui est pour lui source d'air mais surtout source de vie. Une coupure d'alimentation - absence de système de réserve - ou une rupture de ce « cordon ombilical » peuvent avoir des conséquences tragiques.

7. Conclusion

8. Références

Matériel de plongée

LIFRAS

1989