

LA SURCOMPEN

Amélioration réelle ou gadget ?

En matière de détendeurs et dans un but probablement commercial, les fabricants ne cessent, dans un langage ésotérique, de créer de nouveaux termes pour désigner leurs innovations. Les "DFC", "VAD", "Twf" et "Scs" de Mares. L'effet "Turbo" d'Aqualung. Les "Hfp", "Tis" et "Pass" de Scubapro. L'"Ada" d'Océanic, etc. La "Sur compensation" de Scubapro, d'Aqualung et d'Omer-Sub... Qu'en est-il réellement. Par Henri Le Bris, instructeur national.

Toutes les dénominations nouvelles accolées aux nouveaux modèles de détendeurs n'ont pour effet que de créer une certaine confusion dans l'esprit des plongeurs. Il est donc parfois nécessaire de démystifier ce langage. Aujourd'hui la "sur compensation" est à la mode. (je ne sais qui, le premier, a utilisé cette expression mais vous aurez remarqué qu'au moins trois fabricants la revendiquent). La compensation classique, telle que nous l'avons apprise, a pour but de conserver constante la Mp à la sortie des premiers étages des détendeurs. Que cache donc cette nouvelle expression ? Prenons deux marques pour affiner notre recherche.

Scubapro (détendeurs à pistons)

Tous les premiers étages compensés de la marque américaine sont, selon le fabricant, sur compensés. La sur compensation est la légère augmentation de la pression intermédiaire lorsque la pression de la bouteille chute en fin de plongée. La pression ambiante ne prend pas part à ce phénomène.

Sur le premier étage à piston, la tige du piston n'est pas cylindrique, une légère augmentation du diamètre de



P. MARTIN RAZI

SATION

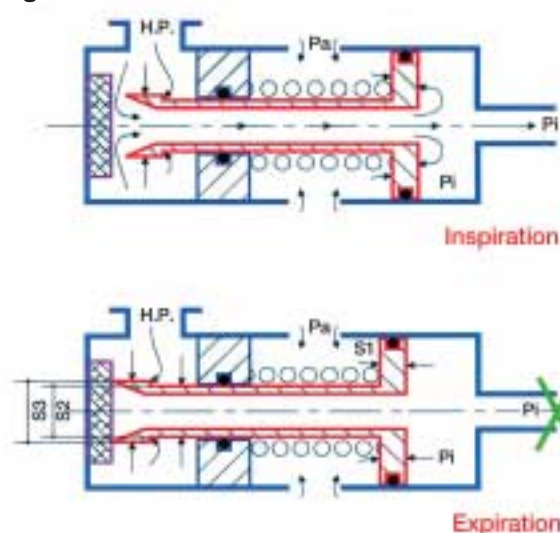
celle-ci à proximité du siège Hp expose une très petite surface à la Hp, cette poussée s'ajoute à celle du ressort pour générer la légère élévation de la Mp en fin de plongée. Sur les Mk 16 et 18, à membranes, la tige du clapet Hp qui est dans la chambre de compensation est d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre de l'orifice Hp, créant un différentiel de pression créant le même effet.

On reste dans la simplicité et dans l'efficacité.

Étudions donc le schéma de la figure 1 :

(Pour ceux qui ne détestent pas les maths!)

Figure 1



Détendeur "Sur compensé" à piston (Scubapro).

Dans le schéma ci-dessus: Appelons P_i la pression intermédiaire absolue, P_a la pression ambiante absolue, S_1 la surface du piston principal, S_2 la section de la buse dans sa partie étroite, S_3 sa section au niveau de l'épaule et F_r la force du ressort.

Ce que nous appelons couramment la moyenne pression (M_p) est égal à $P_i - P_a$.

$$M_p = P_i - P_a$$

Si l'on met à gauche de la formule les forces qui tendent à fermer le clapet et à droite celles qui tendent à l'ouvrir, à l'équilibre on obtient:

$$P_i (S_1) + H_p (S_3 - S_2) = P_a (S_1) + F_r$$

$$\text{D'où l'on tire: } P_i = P_a + \frac{F_r}{S_1} - \frac{H_p(S_3 - S_2)}{S_1}$$

Si pour simplifier, on écrit que:

$$k_i = \frac{(S_3 - S_2)}{S_1}$$

On peut écrire que:

$$P_i = P_a + \frac{F_r}{S_1} - H_p (k_i)$$

Et comme $M_p = P_i - P_a$

$$M_p = \frac{F_r}{S_1} - H_p k_i$$

C'est l'équation de la sur compensation en fonction de la haute pression, k_i est le coefficient de sur compensation de la Hp. On remarque que s'il n'y avait pas d'épaule sur la buse on aurait: ($S_3 - S_2 = 0$). On retrouverait alors la formule classique d'un premier étage de détendeur compensé.

Exemple : Si $F_r/S_1 = 10$ et $k_i = 0,0025$

Pour $H_p = 200$ b, $M_p = 9,5$ b

Pour $H_p = 40$ b, $M_p = 9,9$ b

La M_p a donc augmenté de 0,4 b pour une baisse de H_p de 160 ba.

C'est cette augmentation de la M_p qui, d'après le fabricant, augmente les performances du deuxième étage et donc le confort du plongeur, en fin de plongée. Notre opinion est que ce système garantit surtout une meilleure étanchéité du clapet pour les hautes pressions et retarde le point où le détendeur ne fournit plus assez d'air faute de H_p .



La qualité d'un détendeur se mesure aux performances immédiates mais aussi à la tenue de ces performances dans le temps. Le confort et la sécurité en plongée sont à ce prix.



Aqualung (détendeurs à membranes)

Le fait de maintenir la MP constante à la sortie d'un premier étage ne suffit pas à maintenir constantes les performances du deuxième étage. En effet lorsque la profondeur augmente, la viscosité de l'air augmente et des pertes de charges se produisent dans différentes parties du détendeur et notamment dans le tuyau MP. Pour éviter cela, il faut augmenter la MP en fonction de la pression ambiante. Mais comment obtenir ce résultat? Examinons le dessin de la figure 2 qui représente le schéma de principe du premier étage du détendeur Legend d'Aqualung. On remarque que la surface de la membrane S1 qui reçoit la pression ambiante Pa est plus grande que la surface de la membrane S2 qui reçoit la pression intermédiaire Pi. (Les pressions sont des pressions absolues). La pression entre les deux membranes reste à la pression atmosphérique et n'intervient pas dans le calcul.



Toujours pour ceux qui ne détestent pas les maths, si l'on considère que le premier étage est compensé en fonction de la haute pression, celle-ci est sans effet sur l'équilibre des forces. Les trois forces qui restent en jeu sont donc:

1. $(P_i \times S_2)$ qui tend à fermer le clapet.
2. (F_r) force du ressort qui tend à l'ouvrir.
3. $(P_a \times S_1)$ qui tend aussi à l'ouvrir.

L'équation d'équilibre de cet étage est donc:

$$P_i \times S_2 = F_r + (P_a \times S_1)$$

$$\text{Ou } P_i = \frac{F_r}{S_2} = \frac{P_a S_1}{S_2}$$

et puisque

$$(M_P = P_i - P_a):$$

$$M_P = \frac{F_r}{S_2} + \frac{P_a S_1}{S_2} - P_a$$

Si l'on convient, pour simplifier, que

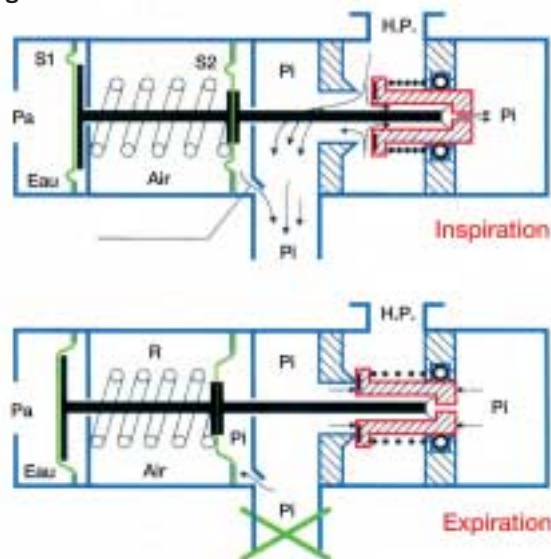
$$\frac{S_1}{S_2} - 1 = k_2$$

$$M_P = \frac{F_r}{S_2} = k_2 P_a$$

C'est l'équation de la "sur compensation" en fonction de la pression ambiante, k_2 est le coefficient de sur compensation de la Pa.

On remarque que si les deux membranes étaient de surfaces égales, on retrouverait, là aussi, la formule classique d'un premier étage de détendeur compensé.

Figure 2



Détendeurs "sur compensés" à membranes (Aqualung)

Exemple : Avec $F_r/S_2 = 9$ et $k_2 = 0,4$.

- En surface, $P_a = 1$ b et $M_P = 9,4$ b.
 - À 20 mètres, $P_a = 3$ et $M_P = 10,2$ b.
 - À 50 mètres, $P_a = 6$ b et $M_P = 11,4$ b.
- La M_P augmente donc de 0,8 b entre 0 et 20 m et de 2 b entre 0 et 50 m

C'est cette augmentation de pression qui permet au détendeur de conserver ses performances en profondeur en dépit de l'augmentation de viscosité de l'air. Les résultats obtenus sur le Legend d'Aqualung sont exceptionnels à cet égard.

Remarques

- Il faut noter que la surface des membranes n'est pas seule à intervenir; leur dureté, leur profil doivent aussi être pris en considération.
- Cette disposition, à deux membranes, protège aussi le détendeur contre le givrage.
- L'augmentation relative de la M_P favorise le gonflage des bouées en profondeur.
- La compensation en profondeur devrait permettre de supprimer le réglage de dureté du deuxième étage. Il semble que pour des raisons commerciales les fabricants ont préféré le conserver, du moins sur les modèles haut de gamme.
- Le modèle Oasis d'Omer Sub est aussi sur compensé en fonction de la profondeur mais il utilise des pistons au lieu de membranes.
- Le piston compensé de Scubapro est auto nettoyant à l'intérieur. En effet, il ne comporte pas d'espace confiné où de l'eau ou des impuretés pourraient s'accumuler.
- Ces deux systèmes ne peuvent fonctionner correctement qu'avec des deuxième étages compensés. Si ce n'est pas le cas, l'augmentation de M_P pourra provoquer un débit continu.

Conclusion

Sur le papier ça marche mais pour savoir si ces innovations constituent des améliorations réelles ou des gadgets, il faut les essayer. Malheureusement, en conditions réelles d'utilisation, nous savons que les résultats sont très subjectifs. Pour nous persuader que ces "sur compensations" ne sont pas uniquement des arguments commerciaux, nous aimerions disposer de courbes du travail respiratoire en fonction de la pression ambiante. Messieurs les fabricants, qu'en pensez-vous? ■