Stéphane MOREAU – stagiaire MF1 2018-2020

LES DETENDEURS DE PLONGEE

Intro :

Dans le cadre de votre examen de N4-GP, vous aurez un examen oral sur le matériel.
Les détendeurs de plongées font partis des sujets sur lesquels vous pourrez être interrogés.
Les détendeurs sont principalement composés d'un 1er étage et d'un 2ème étage.
Pour l'examen, vous serez interrogés sur 3 types de 1er étage :

- à piston simple
- à piston compensé
- à membrane

et sur le 2ème étage

1 - Rappel :

La pression d'un gaz s'exprime en bar.
Une force s'exprime en Newton par rapport à un effort en Pascal donnée sur surface définie en m² .
Pour obtenir l'équilibre entre deux forces, on doit avoir P1xS1 = P2xS2

2 - Principe de fonctionnement du 1er étage :

Le but d'un 1er étage de détendeur comme son nom l'indique, est de détendre l'air.
Cela pour amener l'air contenu dans la bouteille, qui est sous une pression comprise en 30 et 200 bar, au deuxième étage à une pression comprise entre 8 et 10 bar au-dessus de la pression ambiante.
Il faut aussi que quelques soit la profondeur où nous nous trouvons, la pression d'air qui nous est distribué soit constante.

2.1 - Vocabulaire :

- H.P : haute pression
- P.I : pression intermédiaire
- P.A : pression ambiante
- chambre humide : partie interne du 1er étage en contact avec l'eau
- siège : partie fixe par laquelle arrive l'air sous pression
- clapet : partie mobile par laquelle arrive l'air sous pression

2.2 - Éléments constituants le 1er étage :

Sur le 1er étage viennent s'ajouter différents accessoires, tels qu'un manomètre, une sonde de pression d'air et un ou deux « direct system ».
Un 1er étage possède en général, une ou deux sortie dite haute pression et quatre sorties dite pression intermédiaire.

A l'intérieur de son boîtier en laiton en général un 1er étage se compose de :

- un clapet : c'est la partie mobile qui laisse passer l'air
- un siège : c'est la partie fixe par où passe l'air
- un piston : pour les détendeurs à piston simple et compensé
- un ou plusieurs ressorts : calibré pour une force donnée
- des joints : de type torique, qui permettent d'assuré l'étanchéité entre les pièces métalliques. C'est extrêmement complexe d'obtenir une étanchéité parfaite avec une usure limité entre deux pièces de métal.
- une membrane : pour les détendeurs à membrane

2.3 - Différents stade du détendeur :

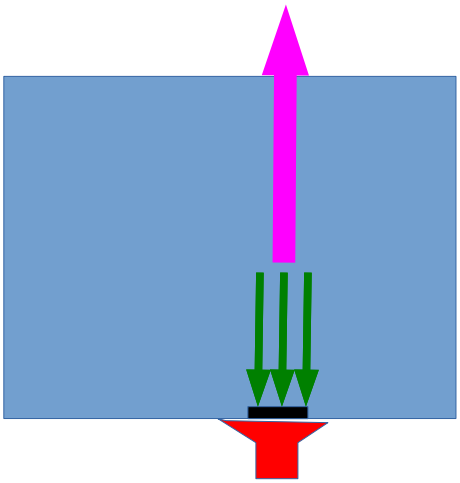
1er stade : détendeur dit « dans le sac »
Le piston est en position ouverte.

2ème stade : détendeur dit « à l'équilibre » ou à l'expiration
On ouvre le robinet de la bouteille, la pression augmente dans la chambre P.I.
Le piston remonte et ferme l'arrivée d'air de la bouteille.

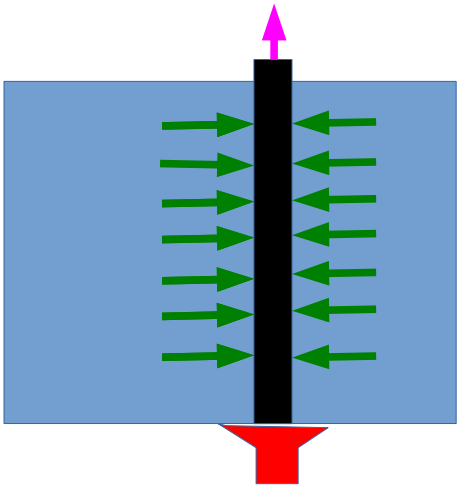
3ème stade : détendeur à l'inspiration
Lorsque l'on inspire, la pression baisse dans la chambre P.I, le ressort permet l'ouverture du piston.

2.4 - Principe de la compensation :

si l'on fait rentré l'air sur le côté du piston, l'ouverture de celui-ci n'est presque plus influencé par la pression dans la bouteille.



Bouchon d'évier simple = effort important pour ouvrir

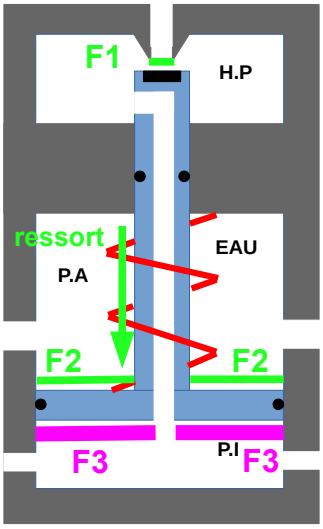


Bouchon d'évier type surverse = compensation = effort très faible pour ouvrir

3 - Le 1er étage à piston simple

L'air provenant de la bouteille exerce une force directement dans l'axe du piston.

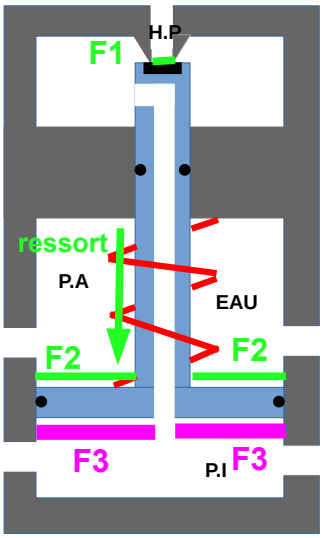
PISTON SIMPLE A L'INSPIRATION



Bilan des forces :

F3 < (F1 + F2 + ressort)

PISTON SIMPLE A L'EQUILIBRE



Bilan des forces :

F3 > (F1 + F2 + ressort)

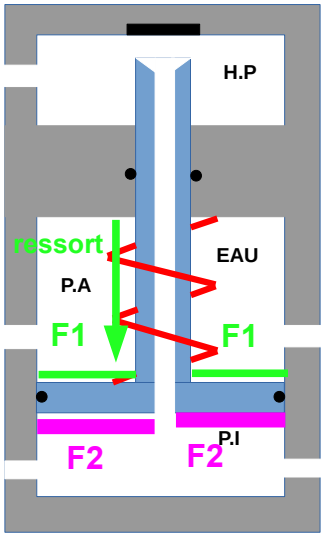
Avantages du modèle :
Le système est extrêmement « rustique » et simple a entretenir.
Il fonctionne très bien dans l'espace proche et médian, avec une eau clair et tempérée.

Inconvénients du modèle :
Lorsque l'on rentre dans l'espace lointain (entre 20 et 40 m, voir plus) , on peut avoir un peu plus de difficultés a respirer. On a une impression de « dureté » du détendeur.
Dans l'espace proche et médian, on peut avoir la même sensation de « dureté » lorsque la pression diminue dans la bouteille car la facilité d'ouverture du piston est directement lié à la pression de la bouteille.
Ce type de détendeur est relativement sensible au « givrage » en eau froide que nous aborderons ultérieurement.

4 - Le 1er étage à piston compensé

La différence majeur entre le piston simple et le piston compensé réside dans le fait que l'air de la bouteille n'arrive pas dans l'axe du piston mais sur le côté de celui-ci.

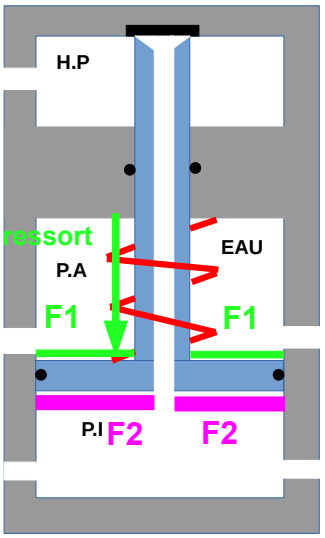
PISTON COMPENSE INSPIRATION



Bilan des forces :

F2 < (F1 + ressort)

PISTON COMPENSE A L'EQUILIBRE



Bilan des forces :

F2 > (F1 + ressort)

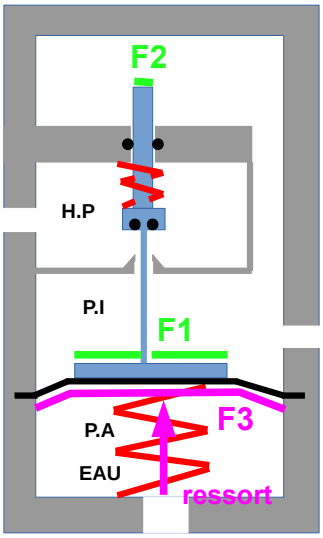
Avantages du modèle :
Le système fonctionne très bien dans les différents espaces, avec une eau clair et plutôt tempérée. La variation de pression dans la bouteille n'a presque pas d'influence sur le confort respiratoire.

Inconvénients du modèle :
Le ressort est en contact direct avec l'eau et le système reste sensible problème de givrage en eau froide et à l'encrassement avec une eau chargée.

5 - Le 1er étage à membrane compensé :

L'ensemble des pièces mobiles du mécanisme sont isolés de l'eau par une membrane souple. On parle de chambre sèche.

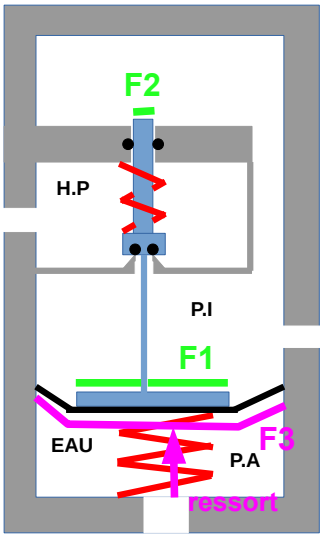
MEMBRANE INSPIRATION



Bilan des forces :

F1 + F2 < (F3 + ressort)

MEMBRANE EQUILIBRE



Bilan des forces :

F1 + F2 > (F3 + ressort)

Avantages du modèle :
Le système fonctionne dans tous les espaces et n'est pas sensible au type d'eau et à sa température.
Le confort respiratoire est identique, quelque soit la profondeur.

Inconvénients du modèle :
Le prix d'achat est beaucoup onéreux que pour les deux premiers.
Le coût d'entretien est plus élevé qu'un modèle à piston et son mécanisme est beaucoup plus complexe.

6 - Le phénomène de givrage

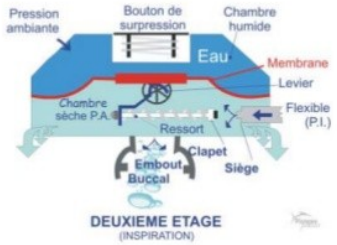
Cela arrive généralement avec une température d'eau à inférieure à 10 °C.
Lorsque l'air sous haute pression est « détendu » rapidement à une pression intermédiaire, il y a production de froid.
C'est sur ce principe de « détente » d'un gaz que son basé les réfrigérateurs et le climatisations.
Cette production de froid conjugué à l'humidité de l'air contenu dans votre bouteille créé des glaçons de plus en plus gros autour du piston dans la P.I.
Le piston se trouve alors bloqué en position ouverte.
Le facteur humain a l'origine de ce phénomène, est souvent une importante demande en air, soit par une ventilation excessive, une utilisation simultané du 2ème étage principal et de l'octopus.
Plus la profondeur est importante, plus le risque augmente. La demande instantané en air étant proportionnelle à la profondeur (cours sur la compressibilité des gazs)
La seule solution pour arrêter le givrage, consiste a fermer le robinet alimentant le détendeur concerné.
La température de l'eau étant obligatoirement supérieure à zéro, elle fini par faire fondre la glace.
On peut alors rouvrir la bouteille et reprendre a respirer doucement.

7 - Principe du 2ème étage :

Le deuxième étage reçoit de l'air à une pression comprise entre 8 et 10 bar au-dessus de la pression ambiante.
Il détend lui aussi aussi l'air pour nous le délivrer au niveau de l'embout buccal à une pression de 1 bar au-dessus de la pression ambiante.
Il est composé d'une corps généralement en ABS pour une question de poids, car c'est l'ensemble que vous avez en contact avec votre bouche.

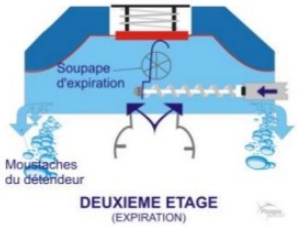
7-1 - Vocabulaire :
- chambre sèche : partie du détendeur où arrive l'air pour être détendu l'air. C'est aussi par là que ressort l'air de nos poumons à l'expiration.
- bouton de surpression : bouton sur l'avant du deuxième étage permettant de déclencher l'arrivée d'air pour vider la chambre sèche lorsqu'elle est rempli d'eau, suite à un lâcher-reprise d'embout par exemple.
- membrane : il s'agit d'un disque en silicone relativement souple qui permet de séparer la chambre sèche de la chambre humide.

7 – 2 - Mécanisme à l'inspiration :



Lorsque nous inspirons, la pression diminue dans la chambre sèche. La membrane s'abaisse et appui sur le levier. Le mécanisme s'ouvre et l'air rentre dans la chambre sèche pour être détendu pour être consommé par notre organisme.

7 – 3 - Mécanisme à l'expiration :



Lorsque nous expirons, la pression dans la chambre sèche augmente. La membrane et le levier se relèvent. Le mécanisme se ferme et l'air que nous expirons s'échappe par la soupape d'expiration située en dessous.

7 – 4 – Pannes courantes :

- Si nous avons une présence d'eau lorsque de nos cycles respiratoires, il est possible que la soupape d'expiration soit défectueuse ou bien mal positionné.
- Si des bulles d'air s'échappent du deuxième étage, la cause peut être la membrane qui est défectueuse ou bien le joint composant le clapet est défectueux et laisse passer l'air en permanence.

8 - Principaux modèles et technologies :

Technologie	Fabricant			
	AQUALUNG	SCUBAPRO	MARES	BEUCHAT
Piston simple	CALYPSO	MK2	2 S	V-FIRST / V-TWIN
Piston compensé		MK25		
Membrane compensé	TITAN / CORE / LEGEND	MK11 et MK17	52 X	VR2000 / VRT90

9 – Entretien et législation :

- En tant que guide de palanquée, vous devez lors de vos encadrements être en possession de 2 sources d'air distinctes. 2 premiers étages et 2 seconds étages.

- Après chaque plongée prenez le temps de rincer vos détendeurs dans l'eau douce en obstruant l'orifice d'arrivée d'air. Suivant les prescriptions des constructeurs, les détendeurs doivent être révisés par un professionnel agréé tous les 2 ans.

10 - Rôle en tant que guide de palanquée :

Vous devez avoir un minimum de connaissance sur les principaux fabricants et les technologies employés par les détendeurs.
Cela vous permettra d'anticiper certaines situation et de conseiller un débutant sur le choix du détendeur en fonction des conditions de la future plongée .
En conditions extrêmes de plongées, avec une température d'eau inférieure à 10 °C. En tant que guide de palanquée, vous devez être capable de comprendre, d'anticiper et de gérer un givrage.