

Matériel

Le détenteur

PLAN

1. Introduction
2. Le premier étage à piston non compensé
 - Fonctionnement et bilan des forces
 - Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)
3. Le premier étage à piston compensé
 - Fonctionnement et bilan des forces
 - Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)
4. Le premier étage à membrane
 - Fonctionnement et bilan des forces
 - Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)
 - Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)
5. Le deuxième étage
 - Fonctionnement du deuxième étage:
 - A l'inspiration
 - A l'expiration
6. Les risques de pannes
7. Choix d'un détendeur

Objectif : Être capable de décrire le fonctionnement des différents organes d'un détendeur à partir de planche et identifier les pannes simples pouvant être rencontrées

Introduction:

Présentation et rappels

Ce cours va vous permettre de savoir décrire le fonctionnement des différents types de détendeurs, premiers et deuxièmes étages, de comprendre leur fonctionnement par le bilan des forces et de diagnostiquer les pannes simples qui peuvent être rencontrées.

Suite au cours sur les pressions et la consommation, nous savons que l'air stocké dans la bouteille est sous haute pression, atteignant en général 230bars

Pour que le plongeur puisse utiliser cet air convenablement, il va falloir diminuer la pression jusqu'à la pression ambiante. C'est là qu'intervient le détendeur en traitant cette diminution de la pression en deux phases.

La première phase

Le premier étage fixé sur la robinetterie du bloc va permettre de passer de la haute pression du bloc (HP = environ 230b) à une moyenne pression ou pression intermédiaire (PI = environ 8 à 12b).

La deuxième phase

Le second étage à l'autre extrémité du détendeur qui va poursuivre la baisse de pression, de la pression intermédiaire jusqu'à la pression ambiante tout en délivrant l'apport d'air suffisant à la demande du plongeur.

Le fonctionnement de ces différentes étapes est un enchainement de différences de pressions ou forces exercées sur ces deux étages, nous en ferons le bilan pour mieux comprendre ce mécanisme.

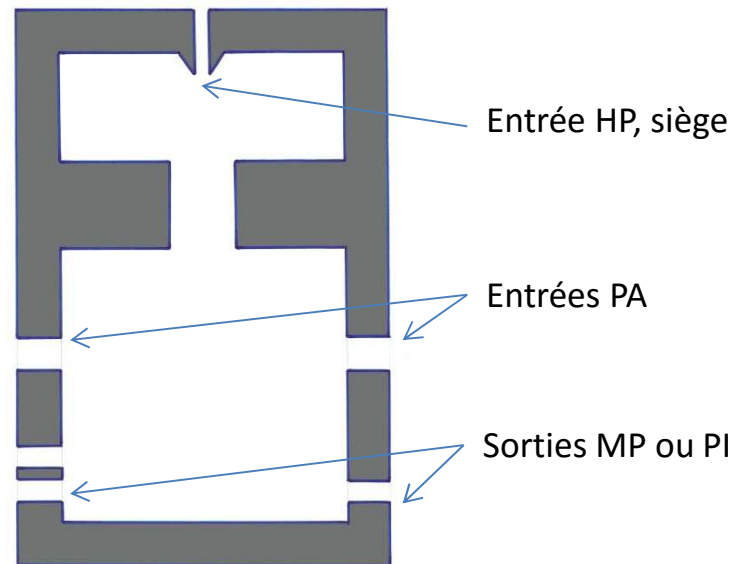
Il existe deux types de fonctionnement pour les premiers étages; à **piston** et à **membrane**.



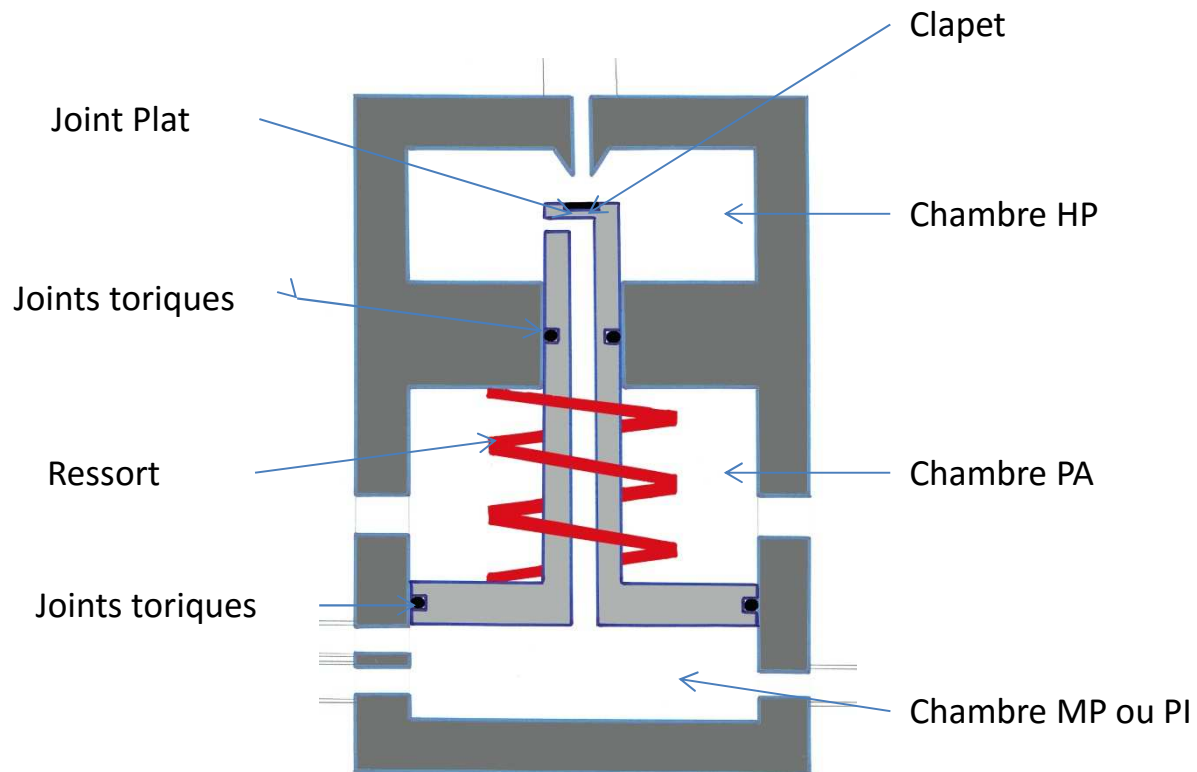
le premier étage
à
piston non compensé

Le premier étage à piston non compensé

Le premier étage est composé d'un bloc fixe, avec l'entrée de la Haute pression, le siège, les sorties MP.



A l'intérieur de ce bloc se positionne des éléments mobiles; **piston, ressort, joints toriques et joint plat** permettant les mouvements d'ouverture et de fermeture de l'entrée d'air HP tout en conservant une étanchéité entre les différentes chambres (chambres HP, PA, PI).



Fonctionnement et bilan des forces :

Présentation

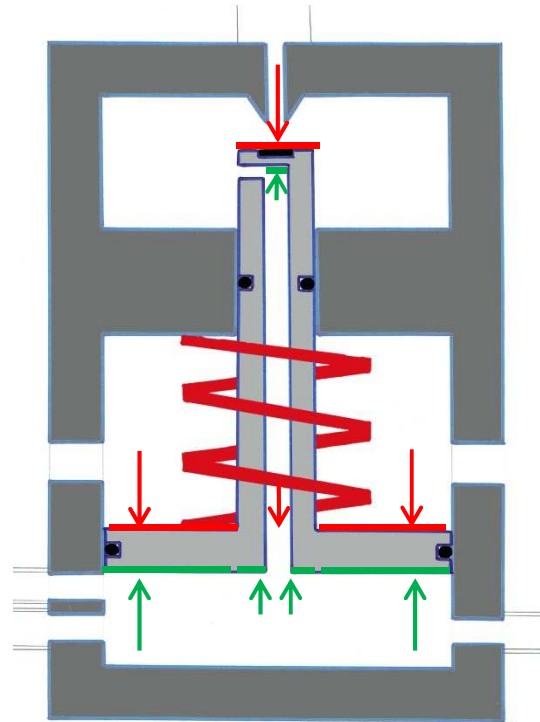
Nous allons voir que différentes **pressions** vont s'appliquer **sur les surfaces** des pièces mobiles,

-les **pressions en Rouge** vont **appuyer vers le bas** sur les **surfaces Rouges** et

-les **pressions en Vert** **pousseront vers le haut** sur les **surfaces Vertes**.

-En plus de ces forces, **le ressort** ajoutera **un effort vers le Bas**.

(On peut dire que **la somme des surfaces rouges est équivalente à la somme des surfaces Vertes**)



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

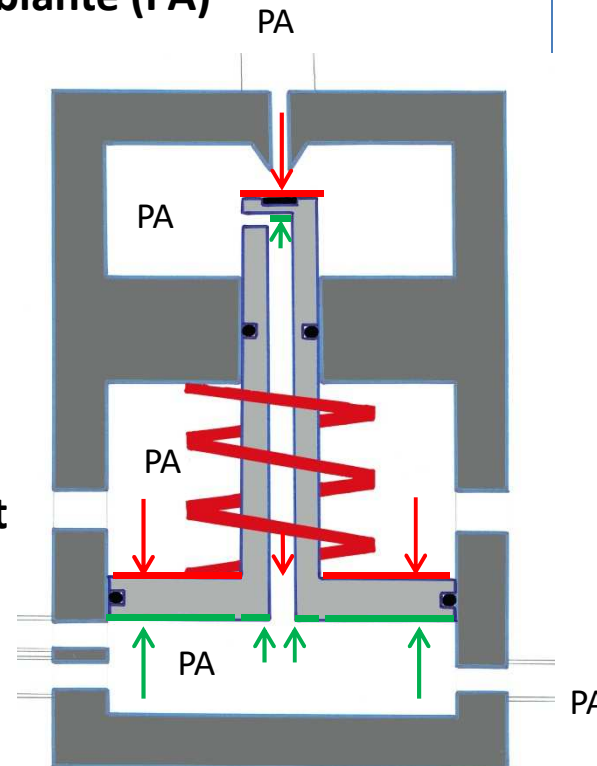
Dans le cas où le premier étage n'est pas raccordé au bloc, les pressions qui s'appliquent à l'extérieur et à l'intérieur sont les mêmes : **la Pression Ambiante (PA)**

les **pressions** en **Rouge** vont être **identiques** aux **pressions exercées** en **vert**.

On est à la pression Ambiante dans chaque chambre et avec des surfaces identiques

Seul, **le ressort** ajoutera **un effort vers le Bas**.

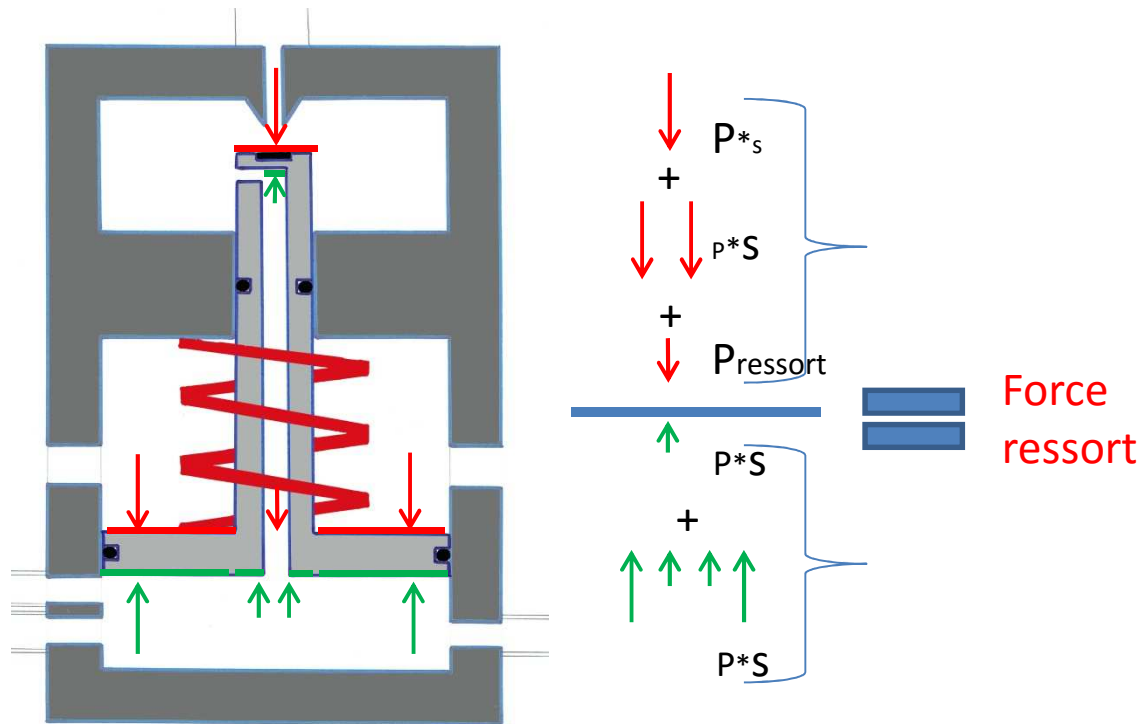
Qui laissera en Position ouverte le piston



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

La position du piston est vers le bas, donc ouvert



Fonctionnement et bilan des forces :

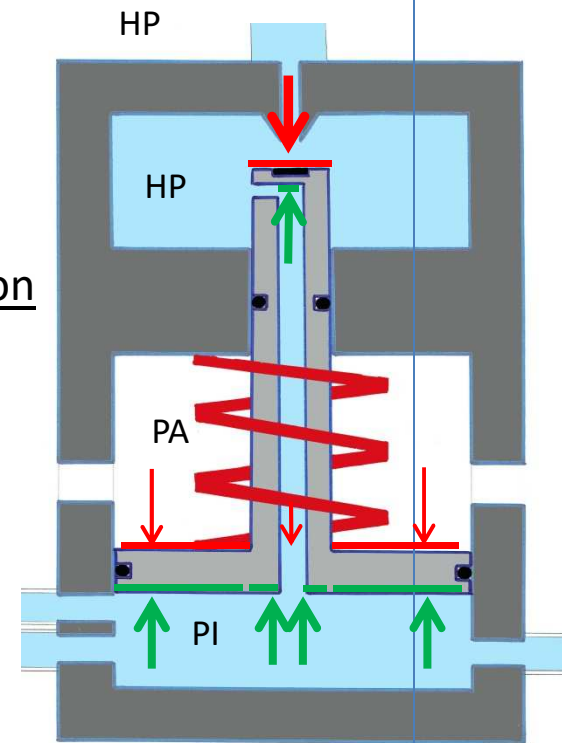
Détendeur raccordé au bloc et ouvert

(Sans inspiration)

A l'ouverture du bloc, la Haute pression va exercer une pression sur la surface du clapet, la HP va commencer à se détendre dans la chambre HP, continuant jusqu'à la chambre de pression Intermédiaire et au second étage (considéré comme Fermé car il n'y a pas d'inspiration)
C'est la fabrication de la Moyenne Pression

La somme des pressions en Rouge Appliquées sur les surfaces Rouges va être inférieure à la somme des pressions vertes exercées sur les surfaces vertes.

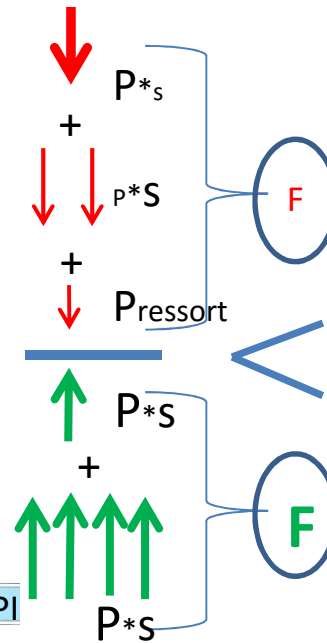
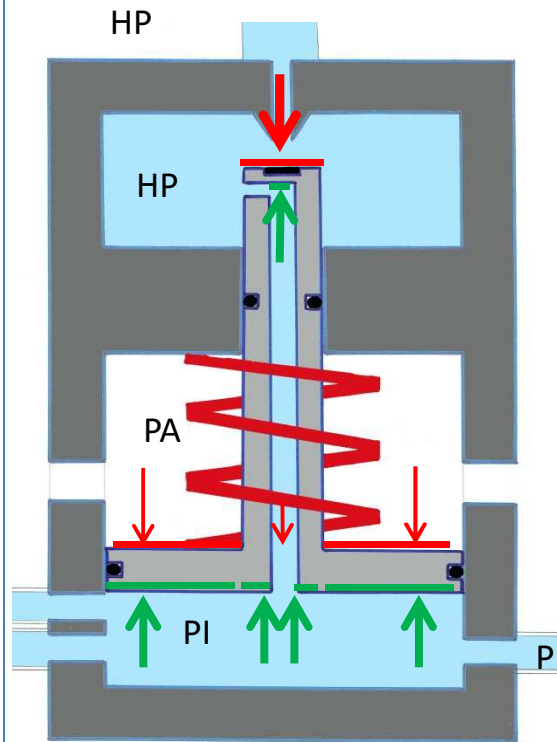
Le piston va être poussé vers le haut refermant ainsi l'arrivée d'air HP



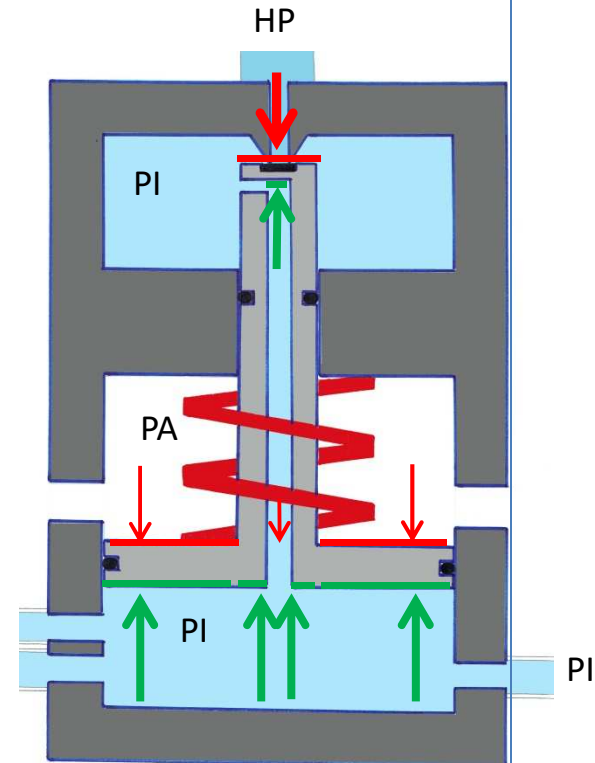
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)

Bloc fermé



bloc ouvert



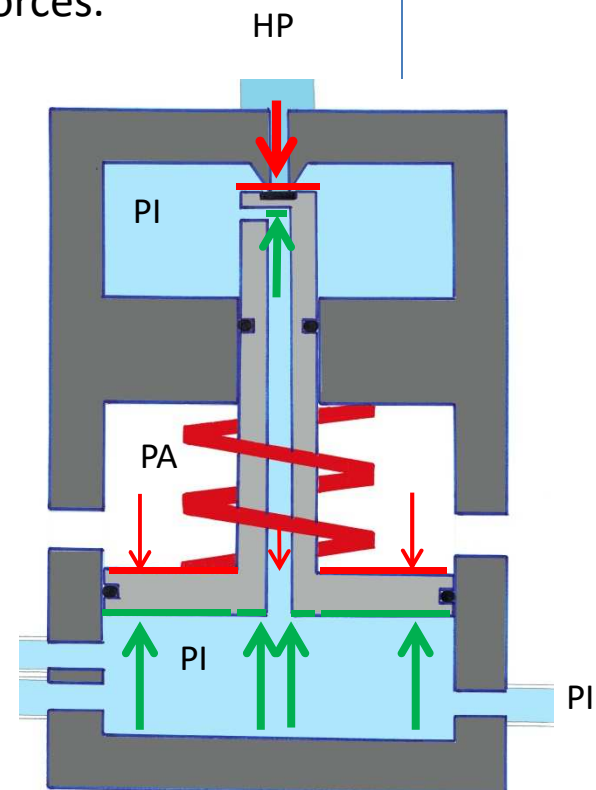
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

L'inspiration va créer une dépression (diminution de la pression) au niveau de la chambre des moyennes pressions, modifiant ainsi l'équilibre des forces.

La somme des **pressions en Rouge** Appliquées sur les **surfaces Rouges** va être **supérieure** à la somme **des pressions vertes** exercées sur **les surfaces vertes**.

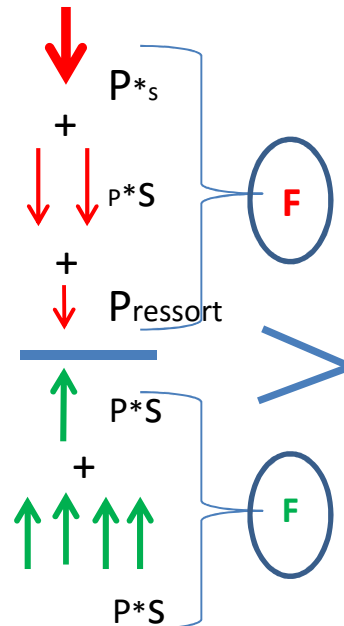
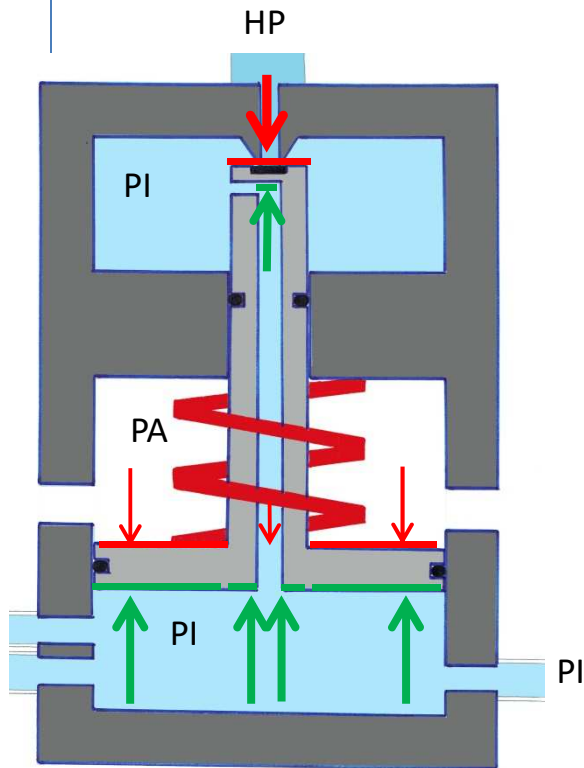
Le piston va redescendre vers le bas ouvrant ainsi l'arrivée d'air HP



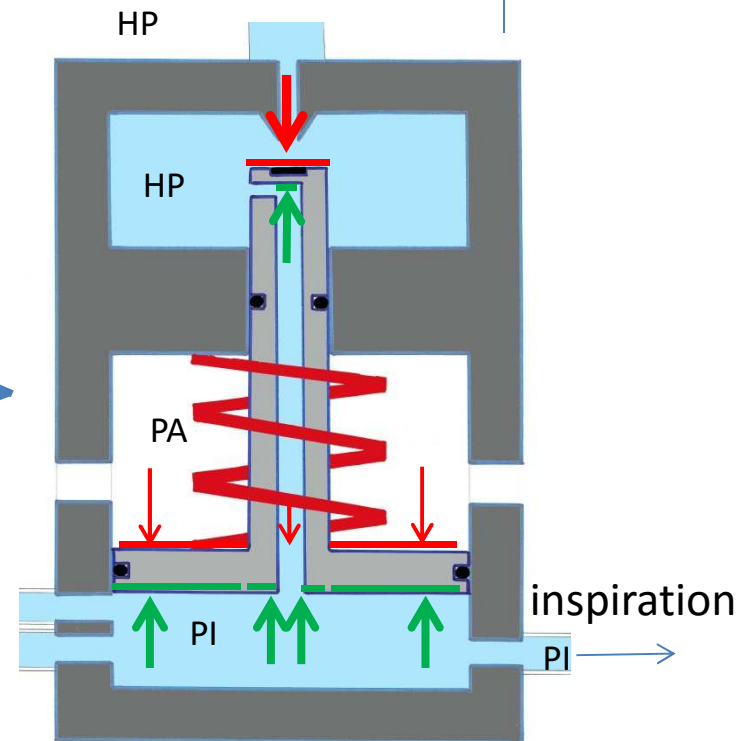
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

Avant inspiration



pendant inspiration



Diminution PI

Conclusion:

premier étage à piston non compensé

On peut voir que la pression à l'entrée de la HP dans le premier étage (équivalente à la pression dans le bloc) aide à l'ouverture du clapet.

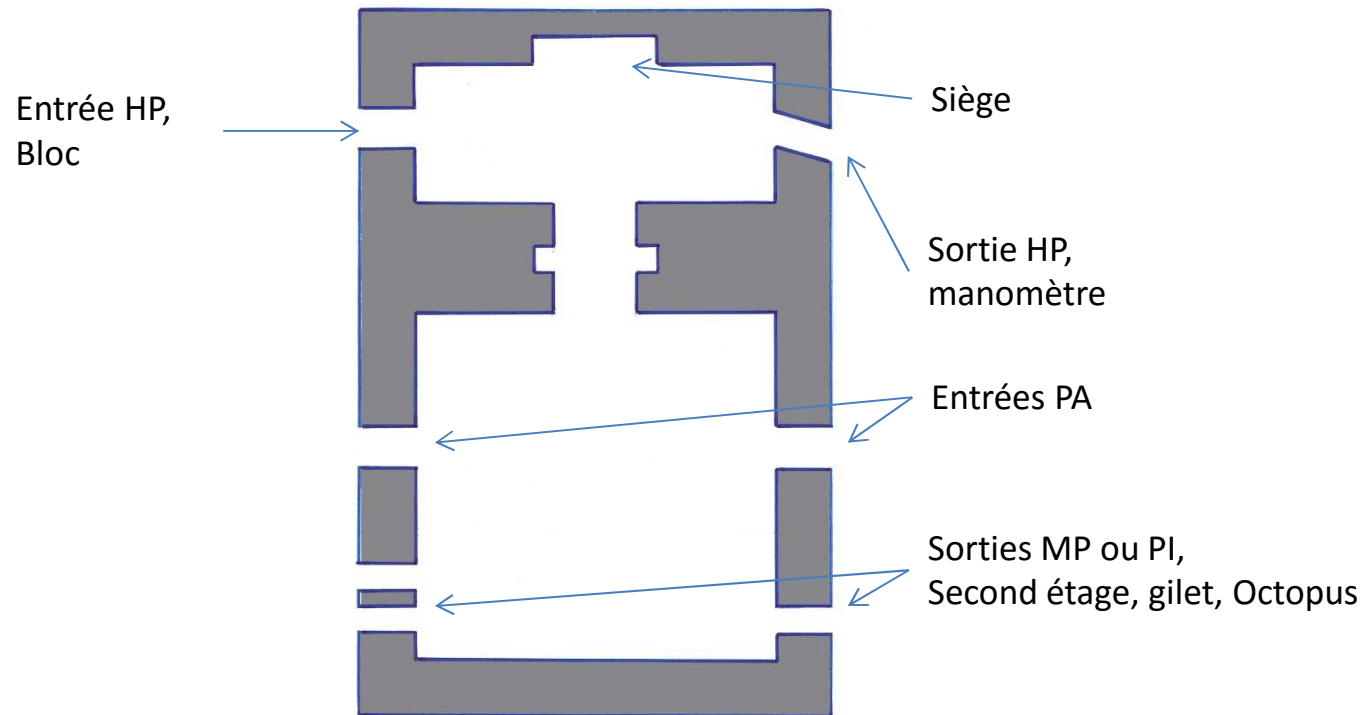
La pression dans le bloc va diminuer tout au long de la plongée (230b \longrightarrow 50b), **diminuant d'autant la pression appliquée sur le clapet** et causant un **effort inspiratoire plus important par le plongeur** pour compenser cette baisse de pression.

Pour y remédier, il existe le premier étage à piston Compensé.

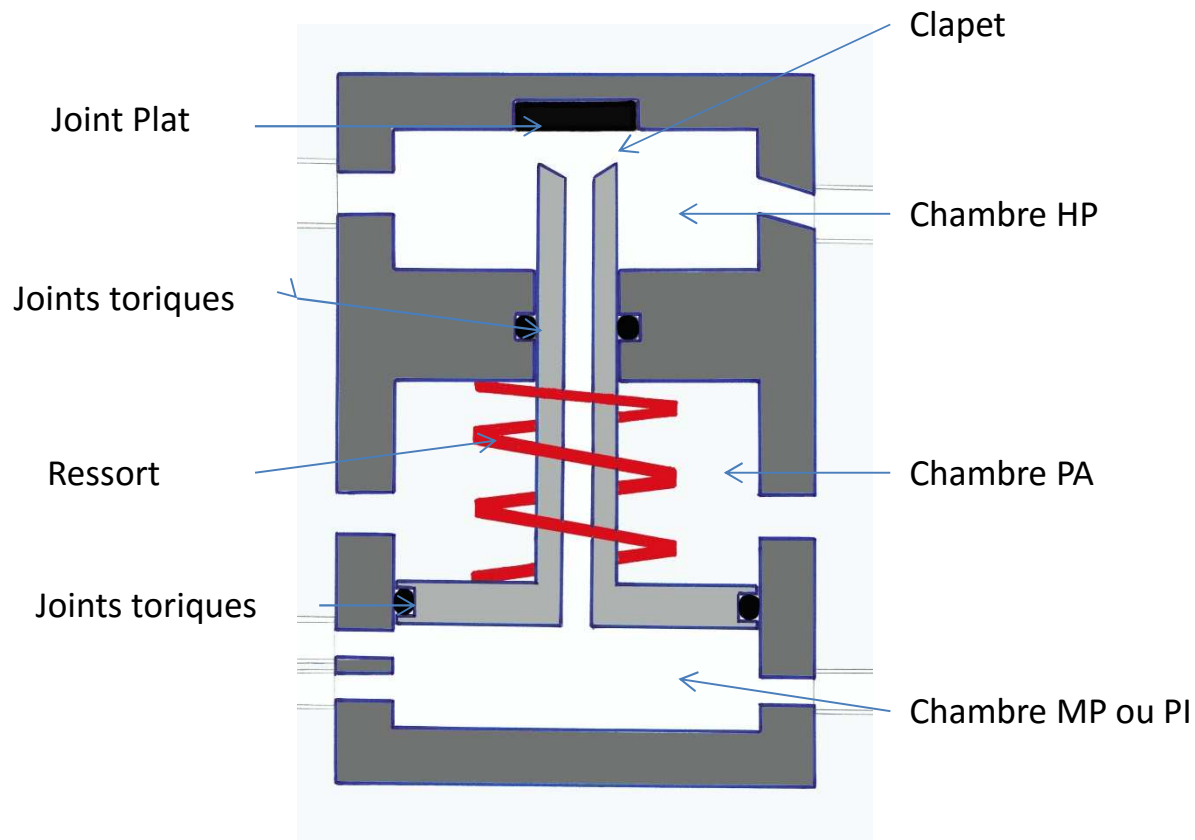
le premier étage
à
piston compensé

– le premier étage à piston compensé

Le premier étage est composé d'un bloc fixe, avec l'entrée de la Haute pression (elle se trouve sur le côté et non dans l'axe contrairement au non compensé), le siège, les sorties HP et MP.



A l'intérieur de ce bloc se positionne des **éléments mobiles**; **piston, ressort, joints toriques et joint plat** permettant les mouvements d'ouverture et de fermeture de l'entrée d'air HP tout en conservant une étanchéité entre les différentes chambres (chambres HP, PA, PI).



Fonctionnement et bilan des forces :

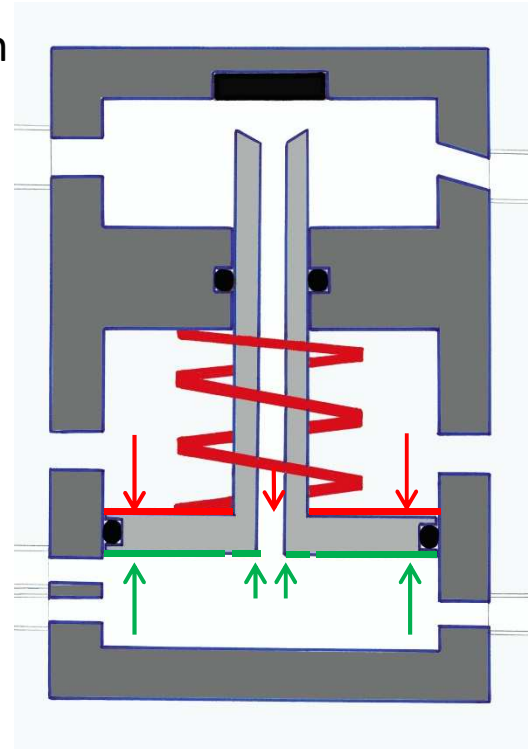
Présentation

Nous allons voir que différentes **pressions** vont s'appliquer **sur les surfaces** des pièces mobiles, de la même manière que précédemment, **hormis pour l'entrée de la haute pression** qui étant sur le côté, n'aura aucune action sur le piston

-les **pressions en Rouge** vont appuyer vers le bas sur les **surfaces Rouges** et

-les **pressions en Vert** pousseront vers le haut sur les **surfaces Vertes**.

-En plus de ces forces, **le ressort** ajoutera un effort vers le Bas.



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

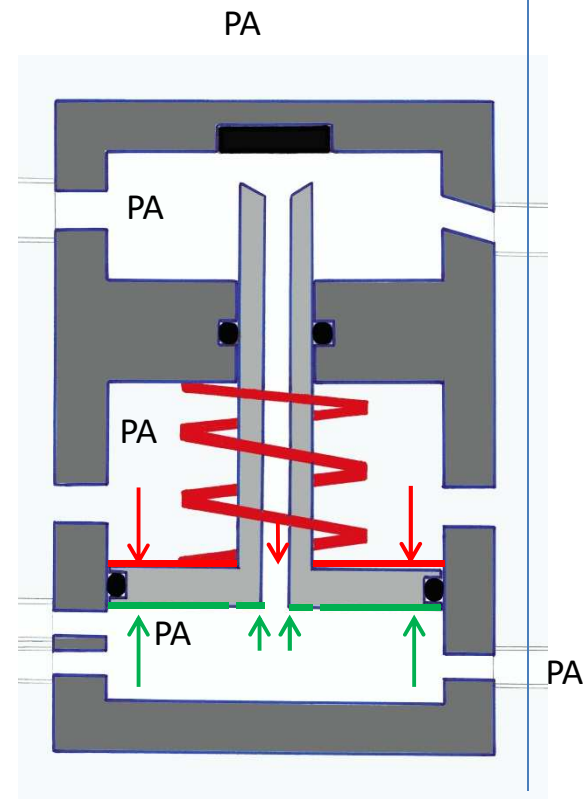
Dans le cas où le premier étage n'est pas raccordé au bloc, les pressions qui s'appliquent à l'extérieur et à l'intérieur sont les mêmes : **la Pression Ambiante (PA)**

les **pressions** en **Rouge** vont être **équivalentes** aux **Pressions exercées en vert**.

On est à la pression Ambiante dans chaque chambre et **avec des surfaces équivalentes**

C'est **Le ressort** qui ajoute un **effort vers le Bas plus important**

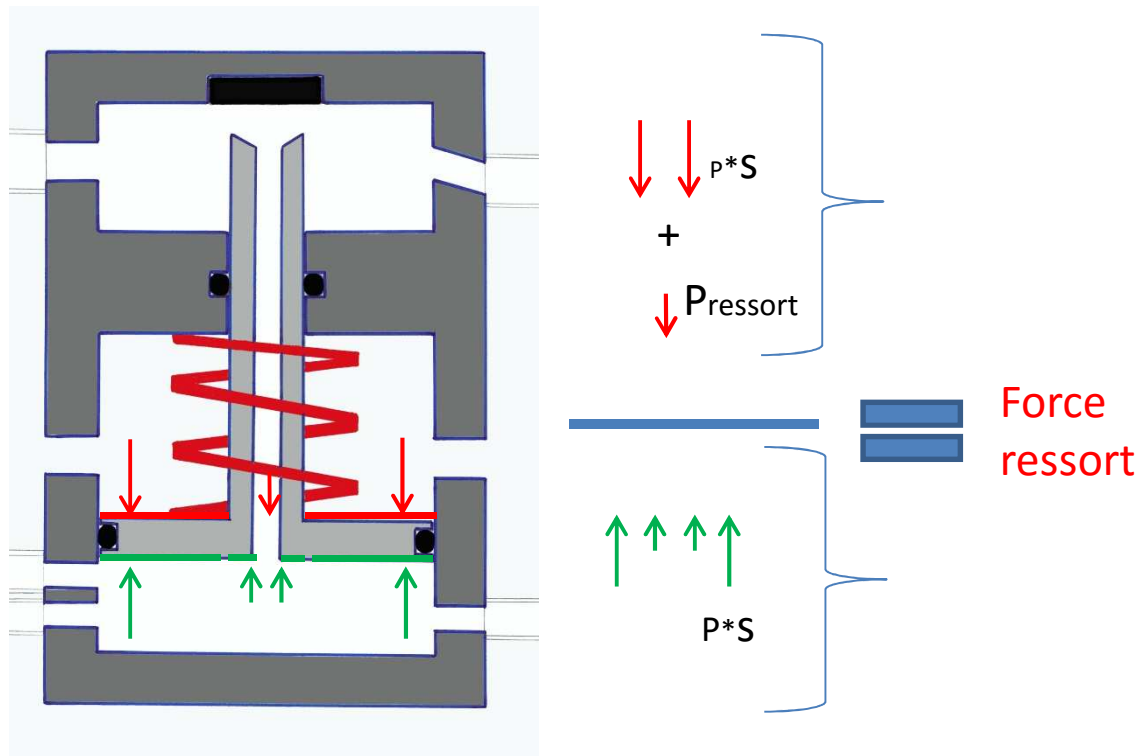
Qui laissera en Position ouverte le piston



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

La position du piston est vers le bas, donc ouvert



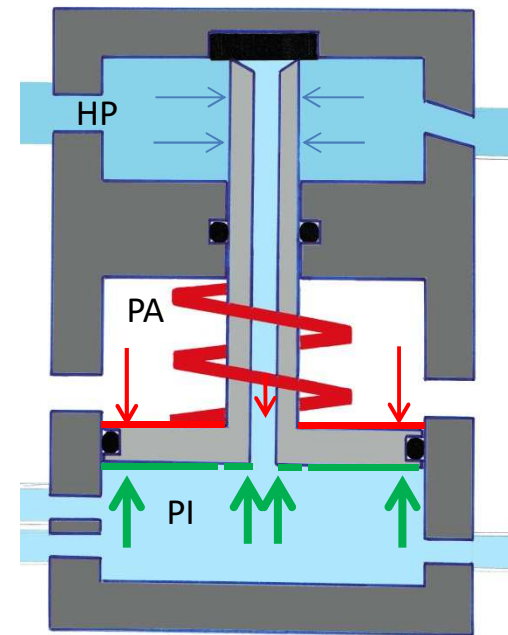
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)

A l'ouverture du bloc, la Haute pression ne va exercer aucune pression verticale sur le piston, la HP va commencer à se détendre dans la chambre HP, continuant jusqu'à la chambre de pression Intermédiaire et au second étage. Considéré comme Fermé car il n'y a pas d'inspiration, **La pression intermédiaire va donc Augmenter.**

La somme des pressions en Rouge Appliquées sur les **surfaces Rouges** va être **inférieure** à la somme **des pressions vertes exercées sur les surfaces vertes.**

Le piston va être poussé vers le haut refermant ainsi l'arrivée d'air HP

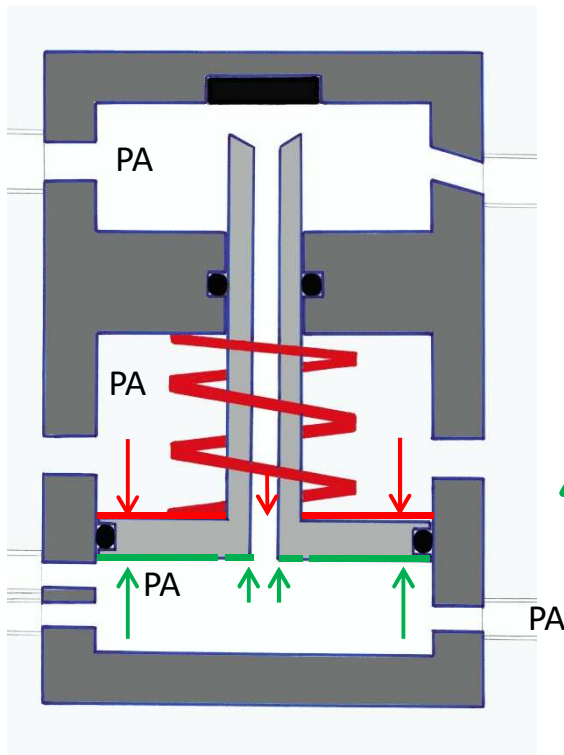


Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)

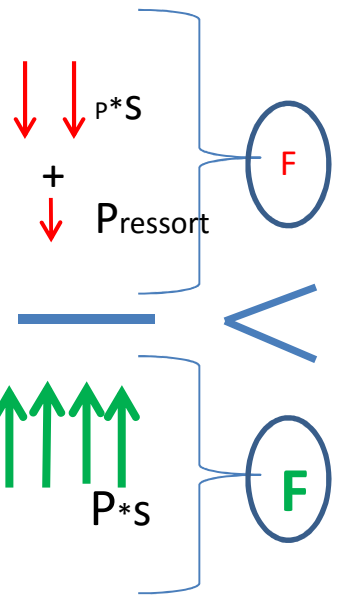
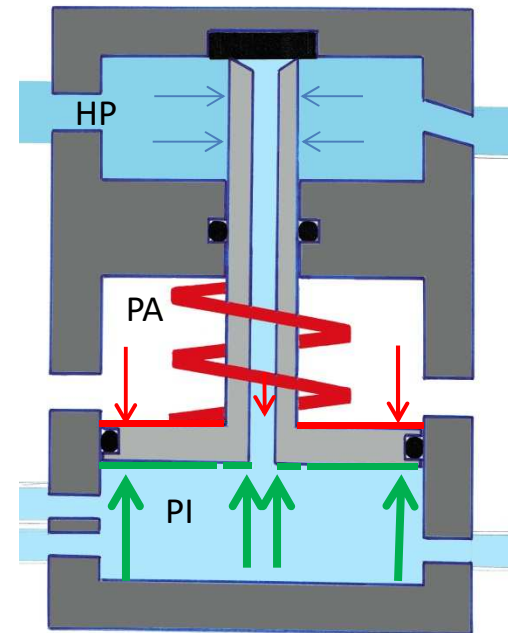
Bloc fermé

PA



bloc ouvert

PA



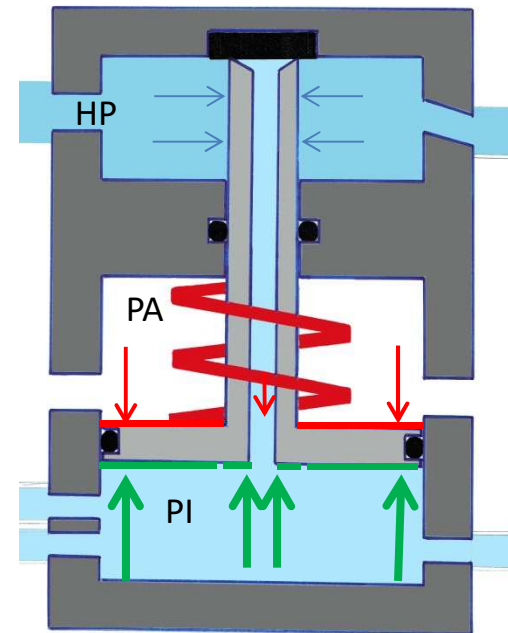
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

L'inspiration va créer une dépression (diminution de la pression) au niveau de la chambre des moyennes pressions, modifiant ainsi l'équilibre des forces

La somme des pressions en Rouge Appliquées sur les surfaces Rouges va être supérieure à la somme des pressions vertes exercées sur les surfaces vertes.

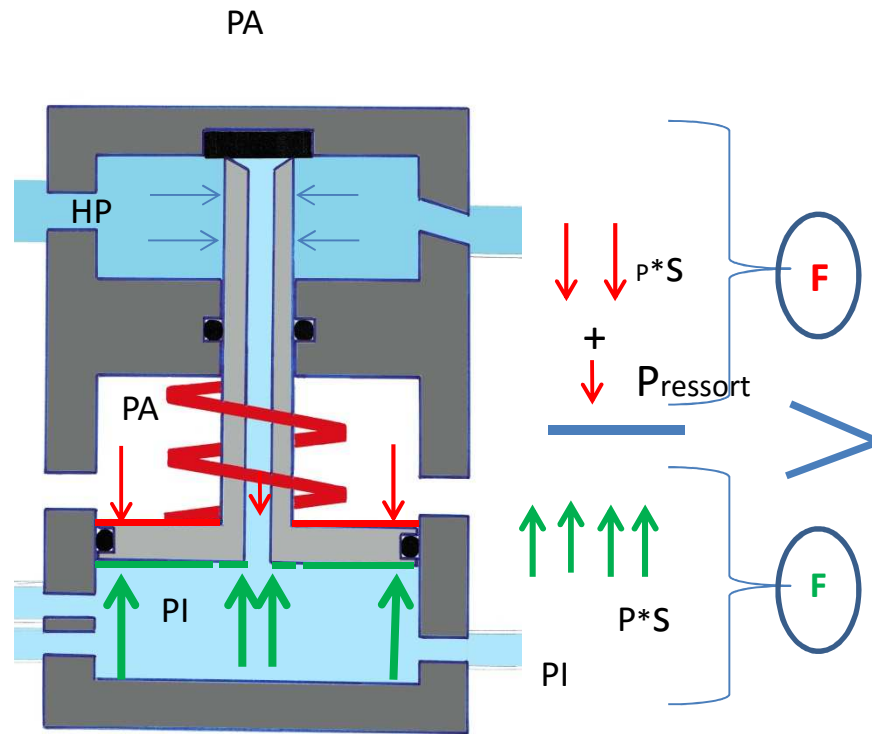
Le piston va redescendre vers le bas ouvrant ainsi l'arrivée d'air HP



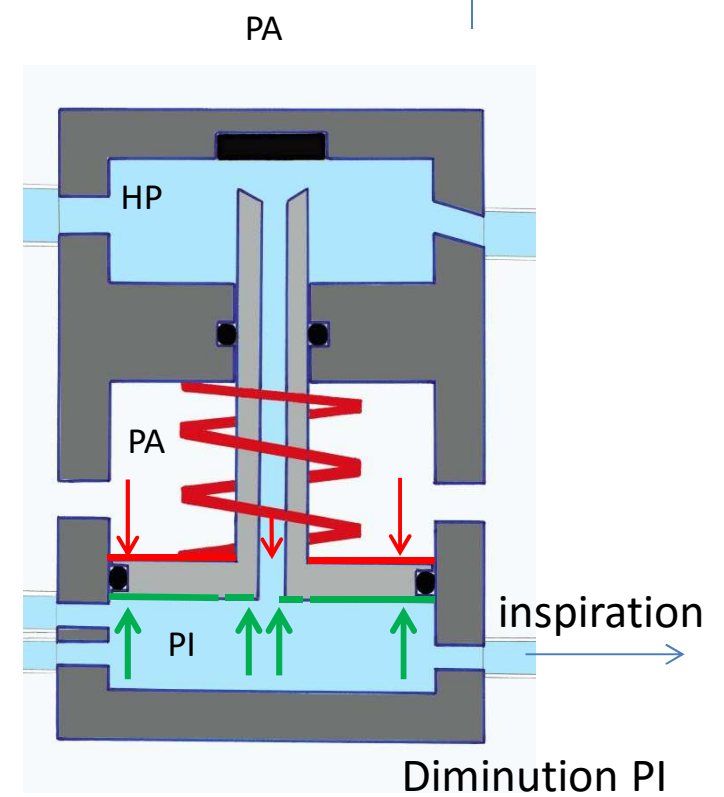
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

Avant inspiration



pendant inspiration

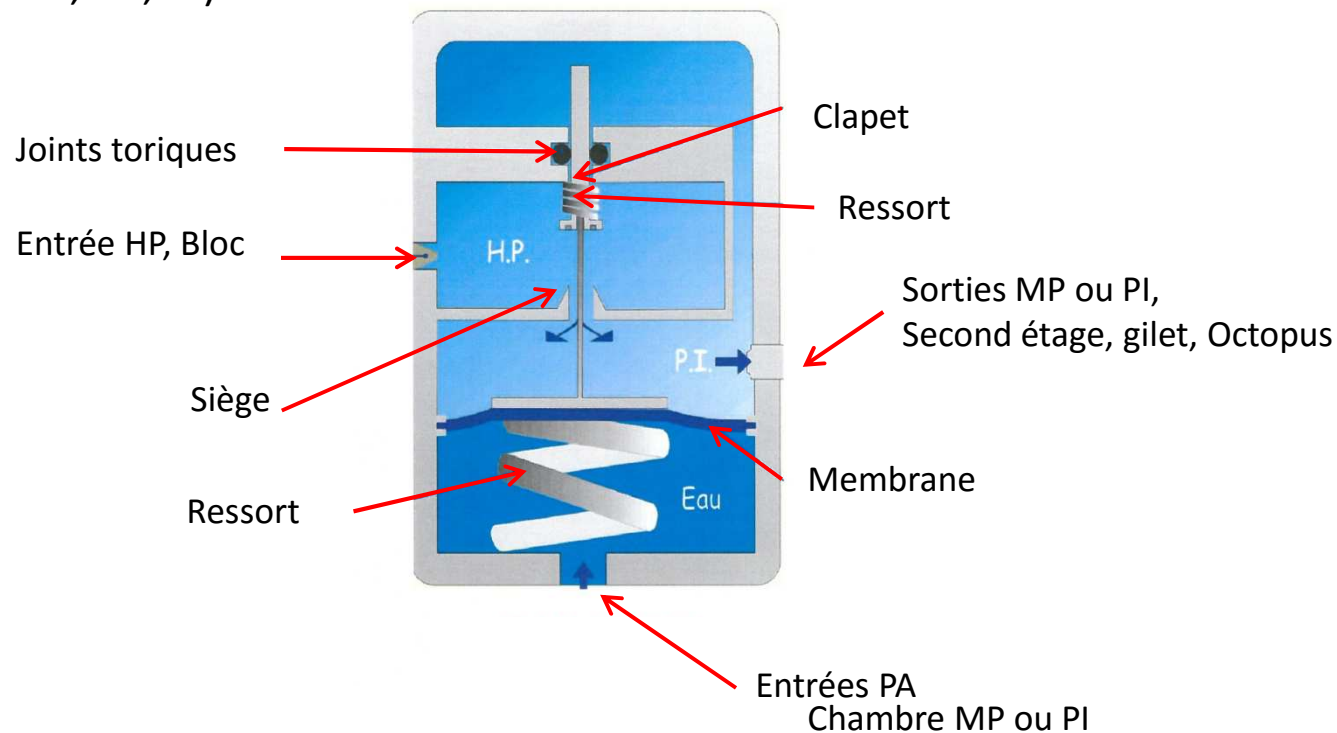


le premier étage
à
membrane

– le premier étage à piston compensé

Le premier étage est composé **d'un bloc fixe**, avec l'entrée de la Haute pression (elle peut se trouver sur le côté ou dans l'axe pour les non compensés), **le siège, les sorties HP et MP.**

A l'intérieur de ce bloc se positionne des **éléments mobiles**; **la membrane, ressort, joints toriques et joint plat** permettant les mouvements d'ouverture et de fermeture de l'entrée d'air HP tout en conservant une étanchéité entre les différentes chambres (chambres HP, PA, PI).



Fonctionnement et bilan des forces :

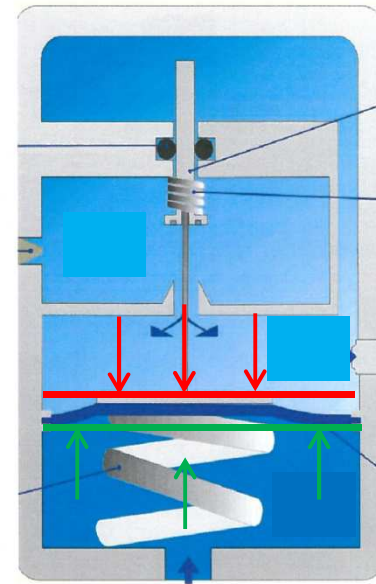
Présentation

Comme pour les détendeurs à piston, les différentes **pressions** vont s'appliquer **sur les surfaces** des pièces mobiles, de la même manière que précédemment, **Dans ce cas, l'entrée de la haute pression**, étant sur le côté, Elle n'aura aucune action sur le clapet.

-les **pressions en Rouge** vont **appuyer vers le bas** sur les **surfaces Rouges** et

-les **pressions en Vert** **pousserons vers le haut** sur les **surfaces Vertes**.

-En plus de ces forces, **le ressort** ajoutera **un effort vers le Haut**.



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

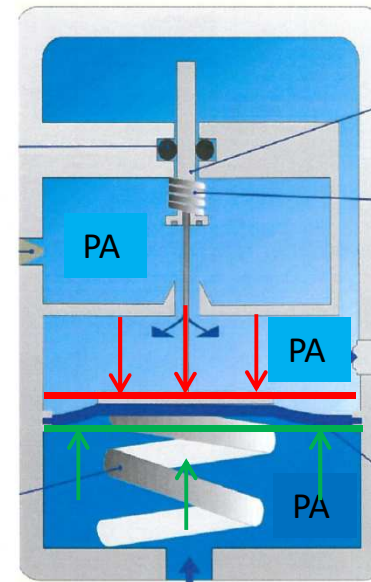
Dans le cas où le premier étage n'est pas raccordé au bloc, les pressions qui s'appliquent à l'extérieur et à l'intérieur sont les mêmes : **la Pression Ambiante (PA)**

les **pressions** en **Rouge** vont être **équivalentes** aux **Pressions exercées en vert**.

On est à la pression Ambiante dans chaque chambre et **avec des surfaces équivalentes**

C'est **Le ressort** qui ajoutera un **effort vers le haut**

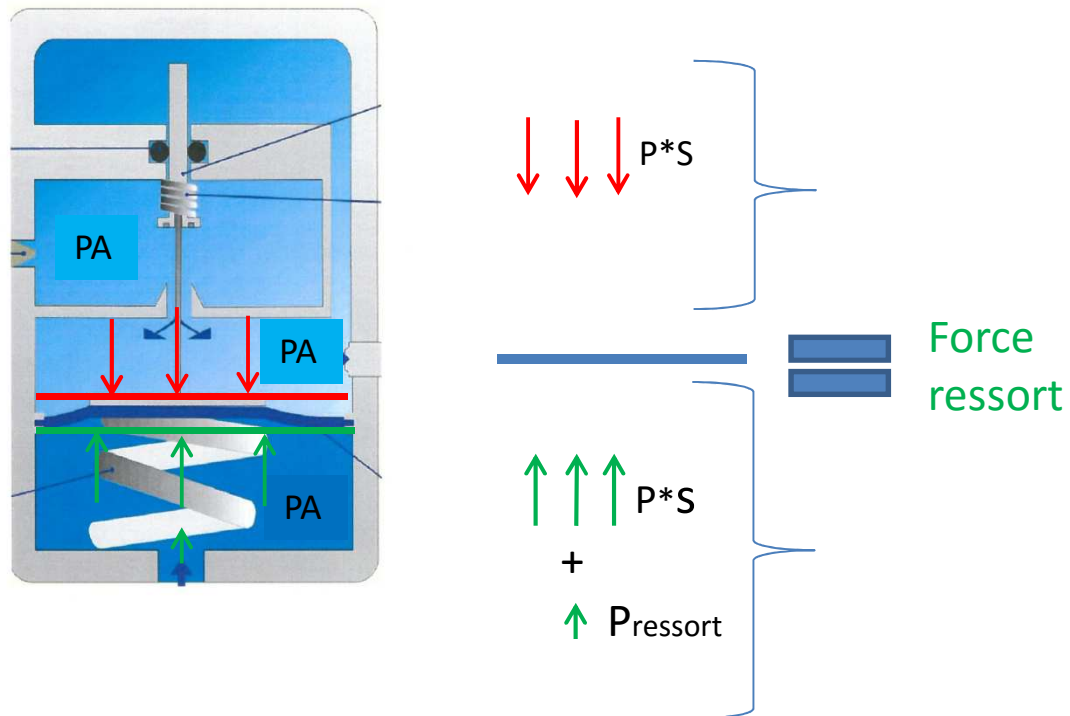
Qui laissera en Position ouverte le clapet



Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur dans le sac (non raccordé au bloc)

La position du piston est vers le bas, donc ouvert



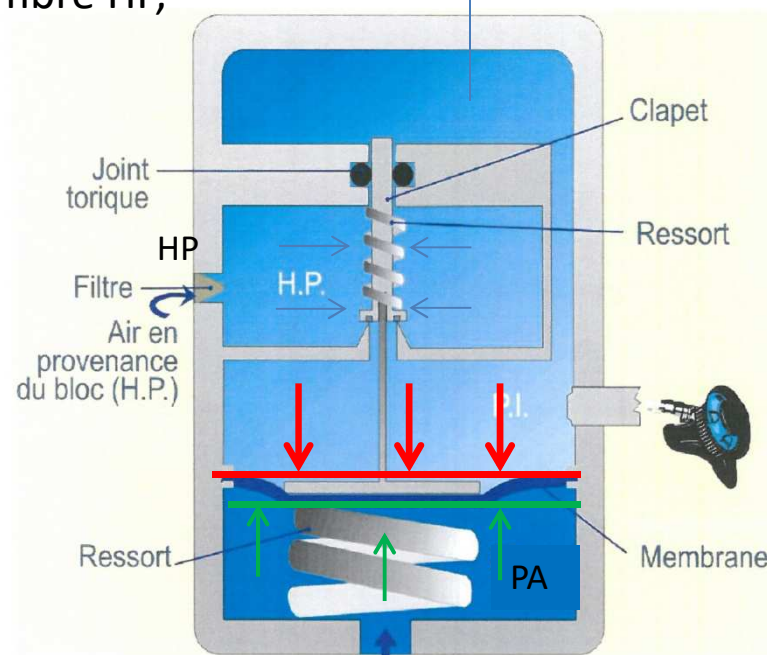
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)

A l'ouverture du bloc, la Haute pression ne va exercer aucune pression verticale sur le piston, la HP va commencer à se détendre dans la chambre HP, continuant jusqu'à la chambre de pression Intermédiaire et au second étage. Considéré comme Fermé car il n'y a pas d'inspiration, **La pression intermédiaire va donc Augmenter.**

La somme des pressions en Rouge Appliquées sur les **surfaces Rouges** va être **Supérieure** à la somme **des pressions vertes exercées sur les surfaces vertes.**

La membrane et le clapet vont être poussés vers le bas refermant ainsi l'arrivée d'air HP.

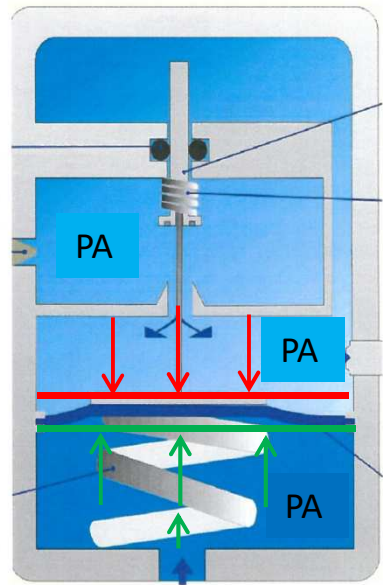


Fonctionnement et bilan des forces :

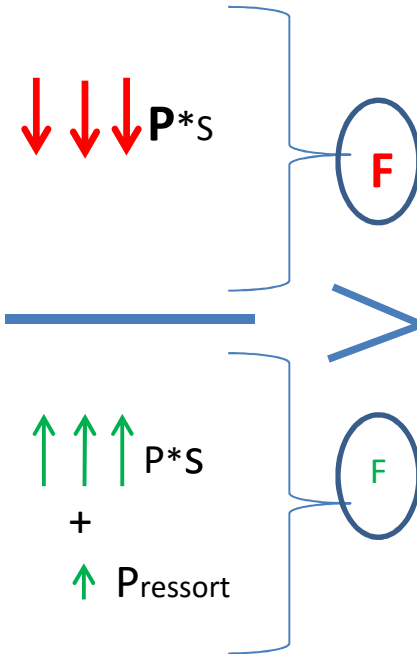
Détendeur raccordé au bloc et ouvert (Sans inspiration)

Bloc fermé

PA

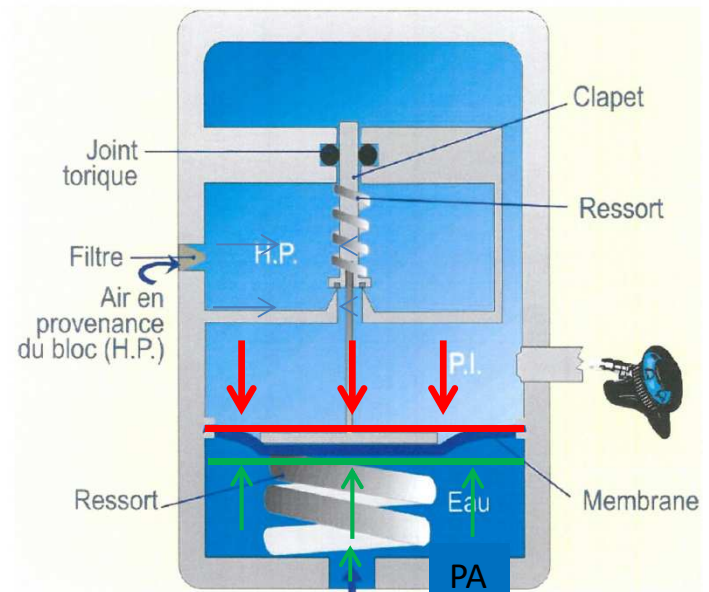


OUVERT



bloc ouvert

PA



FERME

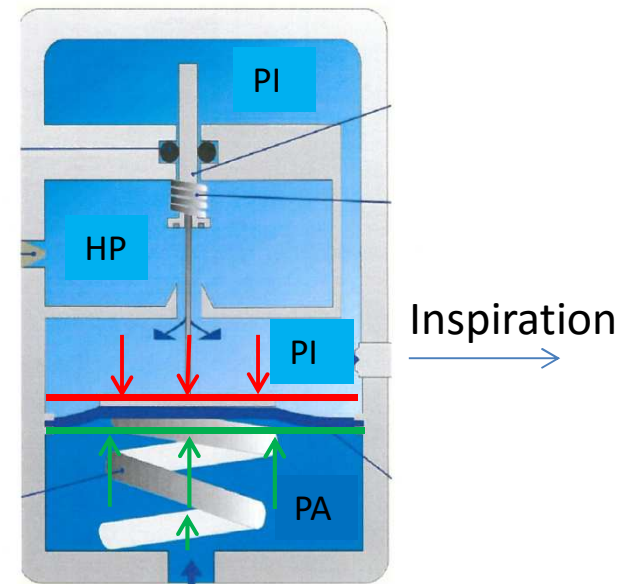
Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

L'inspiration va créer une dépression (diminution de la pression) au niveau de la chambre des moyennes pressions, modifiant ainsi l'équilibre des forces.

La somme des **pressions en Rouge** Appliquées sur les **surfaces Rouges** va être **inférieure** à la somme **des pressions vertes** exercées sur **les surfaces vertes**.

La membrane et le clapet vont remonter ouvrant ainsi l'arrivée d'air HP

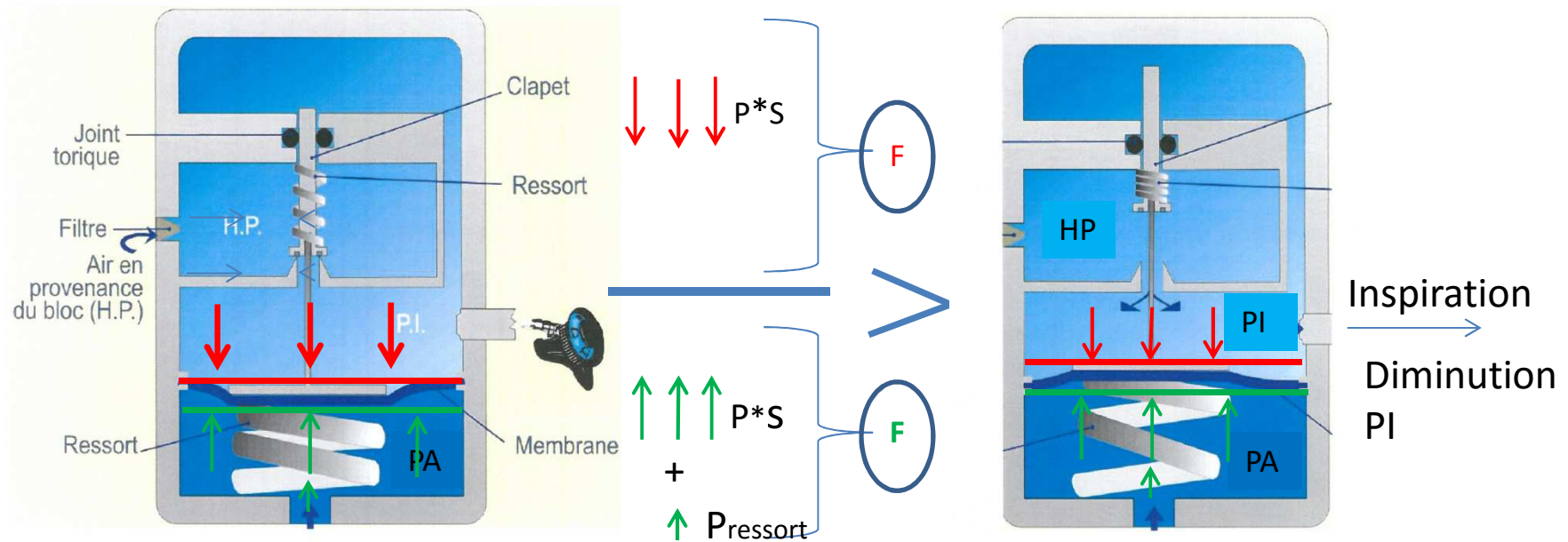


Fonctionnement et bilan des forces :

Détendeur raccordé au bloc et ouvert (avec inspiration)

Avant inspiration

pendant inspiration



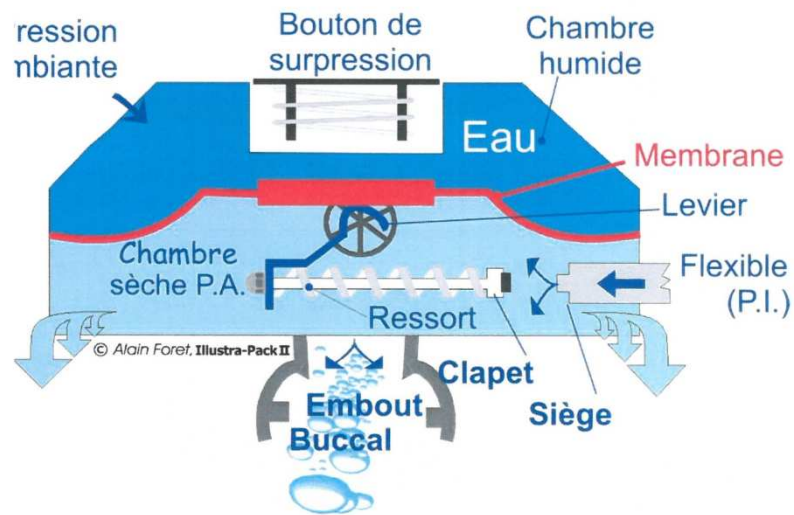
le deuxième étage

Fonctionnement du deuxième étage:

A l'inspiration:

L'inspiration va créer une dépression dans la chambre sèche, abaissant la membrane, qui appuie sur le levier, qui écarte le clapet de son siège.

L'air à la pression intermédiaire pénètre dans la chambre sèche et se détend à la pression ambiante.



OUVERT

Fonctionnement du deuxième étage:

A l'inspiration:

L'effet Venturi

L'effet venturi est un phénomène de la dynamique des fluides où les particules se retrouvent accélérées à cause d'un rétrécissement de la zone de circulation.

Dans le cas de certains détendeurs de plongée ce flux d'air est orienté de manière à participer à l'aspiration de la membrane et ainsi faciliter l'effort inspiratoire.

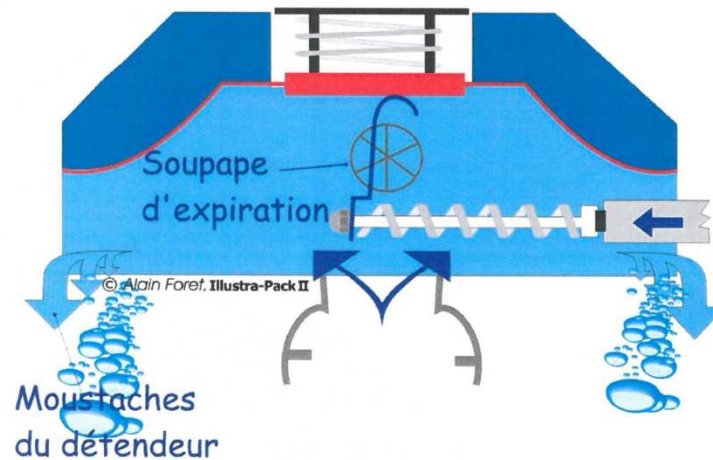
L'effet Vortex

Pour faciliter toujours l'effort inspiratoire, l'effet vortex va créer un tourbillon, le mélange tourne sur les parois et au centre il n'y a rien. A l'inspiration il n'y a pas de résistance du au mélange sur la membrane d'ouverture de la MP

Fonctionnement du deuxième étage:

A l'expiration:

A l'expiration les forces vont s'équilibrer dans la chambre sèche, repoussant la membrane, qui va relever le levier et plaquer le clapet sur son siège.



FERME

Les risques
de
pannes

<u>PANNES / INCIDENTS</u>	<u>ORIGINE POSSIBLE</u>	<u>SOLUTION</u>
Entrée d'eau lors de l'inspiration	C'est une panne au 2 ^{ème} étage : <ul style="list-style-type: none"> - Embout percé, déchiré, fendu - Membrane défectueuse - Boitier fêlé - Soupape d'expiration endommagée ou encrassée 	Réparer soi-même ou le confier à un réparateur : <ul style="list-style-type: none"> - Remplacer l'embout - Nettoyer la soupape - Changer le boitier, la membrane
Le détendeur devient dur	<ul style="list-style-type: none"> - Déréglage du levier - Dépôts d'impuretés sur les pièces en mouvement 	<ul style="list-style-type: none"> - Confier à un réparateur
Mise en débit continu	<ul style="list-style-type: none"> - C'est une panne au premier étage , une mauvaise étanchéité au niveau du siège/clapet : (augmentation de la pression intermédiaire et mise en débit continu du 2^{ème} étage - Clapet non étanche - Premier étage bloqué ouvert 	<ul style="list-style-type: none"> - Confier à un réparateur
L'air n'arrive plus	<ul style="list-style-type: none"> - Le premier étage est bloqué 	<ul style="list-style-type: none"> - Confier à un réparateur

<u>PANNES / INCIDENTS</u>	<u>ORIGINE POSSIBLE</u>	<u>SOLUTION</u>
De petites fuites (petites bulles) sortent de la chambre humide du premier étage	<ul style="list-style-type: none">- C'est un incident au premier étage : les joints toriques sont défectueux	<ul style="list-style-type: none">- Faire remplacer les joints par un réparateur
Fuite au niveau de la fixation du détendeur sur la robinetterie	<ul style="list-style-type: none">- Joint de la robinetterie absent, défectueux ou inadapté	<ul style="list-style-type: none">- Changer le joint
Fuite, voir explosion au niveau du flexible (la bouteille peut se vider en quelques secondes	<ul style="list-style-type: none">- Manque d'entretien et de vérification de l'état du flexible	<ul style="list-style-type: none">- Changer le flexible

Entretien et précautions:

- **Rincer** votre détendeur **à l'eau douce** après chaque plongée, en veillant à fermer le bouchon du premier étage et le rouvrir pour faire sécher
- **Eviter les chocs**
- **Faire attention au sable**, il peut endommager le mécanisme en rentrant dans la chambre humide
- En tant que Guide de Palanquée, assurez-vous du **bon fonctionnement de vos détendeurs**
- Faites faire une **révision annuelle** par un spécialiste
- Ne jamais monter seul un direct système sur un premier étage, en cas d'augmentation de pression suite à un défaut, l'air ne s'échappera pas du flexible risquant l'explosion. Alors qu'un deuxième étage se mettra en débit constant permettant d'être en sécurité.

Choix d'un détenteur

Les critères de choix:

Piston ou membrane?

- Les détendeurs à piston seront plus robuste et plus simple d'entretien
- Le mécanisme des détendeurs à membrane lui sera mieux protégé car il ne sera pas en contact avec l'eau, chargée ou polluée.

Compensé ou non compensé?

- Les détendeurs compensés vont être utilisés pour des plongées régulières au-delà de 20m
- Et lors de demande de débits important, à deux sur le même détendeur et utilisation du gilet (Guide de Palanquée)

DIN ou étrier?

- Les détendeurs DIN seront plus fiables, avec maintien des joints toriques et une résistance à des pressions plus importantes supérieur à 200 bars

Le nombre de sorties HP et MP

Le poids, l'esthétique

Le prix