

LE MATERIEL DE PLONGEE

Bloc bouteille – Détendeur – Gilet

A l'usage des AM

LE BLOC BOUTEILLE (bouteille + robinetterie)

ROLE = Stockage du mélange respiré par le plongeur

- **LA BOUTEILLE**

- Conception: suivant normes CE

- Procédé de fabrication (bouteille acier)

- 1) par emboutissage à froid d'une *tôle* en acier

- 2) à partir d'un *tube* en acier, mis en forme par fluotournage

Fluotournage = technique de repoussage des métaux, on met la pièce en rotation et on repousse le métal à chaud avec un galet

- 3) à chaud, par filage sur une presse, à partir d'un *bloc* en acier

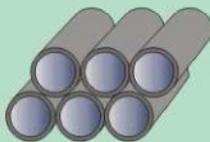
FABRICATION DES BOUTEILLES EN ACIER

(3 procédés : bouteilles de plongée, oxygène etc.)

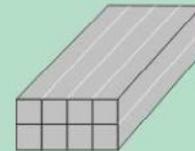
Plaque d'acier



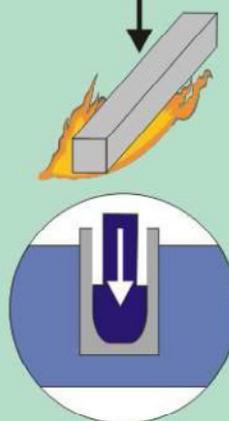
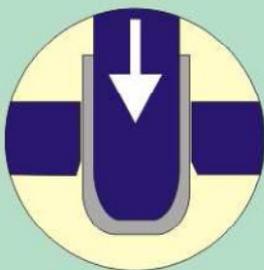
Tube d'acier



Tronçon d'acier



REALISATION DU FOND



emboutissage à froid

flutournage

percé à chaud puis réduction des angles extérieurs

REALISATION DU COL



flutournage : la pièce est déformée par application sur un mandrin tournant.

flutournage du col, usinage, traitements thermiques etc.

LA BOUTEILLE

- Matériaux:

- ACIER
 - très répandu en Belgique
 - problème de corrosion mais visible
- ALUMINIUM
 - rare en Belgique mais courant dans pays anglo-saxons
 - Moins sensible à la corrosion. Mais peu visible!
 - plombage >>
- MATERIAUX COMPOSITES (fibre de carbone...)
 - léger pour résistance >>
 - pour pression de service 300 bar
 - Plombage >>
 - Élévation de t° au gonflage
 - Vieillessement ??

LE BLOC BOUTEILLE (bouteille + robinetterie)

- Protection (bouteilles acier)

 - Interne: métal nu ou huilé

 - Externe: acier zingué (anti-corrosion)

 - + peinture polyuréthane

 - + filet de protection

LA BOUTEILLE

- Capacité: en général: mono de 6 à 15 litres – bi 2x10 ou 2x12 litres
- Poids: pour une même capacité varie en fonction de la forme (long / court) et du procédé de fabrication.
- Pression de service:
 - actuellement 230 bar et 300 bar
 - anciennes bouteilles: 200 et 177 barAttention au gonflage trop rapide
 - > élévation de la t° !
 - > tenue des matériaux !

Exemple:

P = 200 bar / t° de gonflage = 45°C / t° d'utilisation = 15°C

$$\frac{P_1 \times V_1}{T_1} = \frac{P_2 \times V_2}{T_2} \rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \rightarrow P_2 = \frac{P_1 \times T_2}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{200 \times (273+15)}{(273+45)} = 181 \text{ bar}$$

LA BOUTEILLE

- Inscriptions gravées sur une bouteille pour de l'air comprimé
(suivant norme CE et réglementation belge)
 - nom du fabricant par ex: F A B E R
 - l'année de fabrication
 - N° de série
 - le type de gaz AIR
 - La capacité intérieure en litres 15 L
 - la pression de service PS 232 bar
 - la pression d'épreuve PT (ou PE) 348 bar
 - la masse de la bouteille nue (la tare) 18,6 KG
 - Le type de filetage de la robinetterie M25x2

LA BOUTEILLE

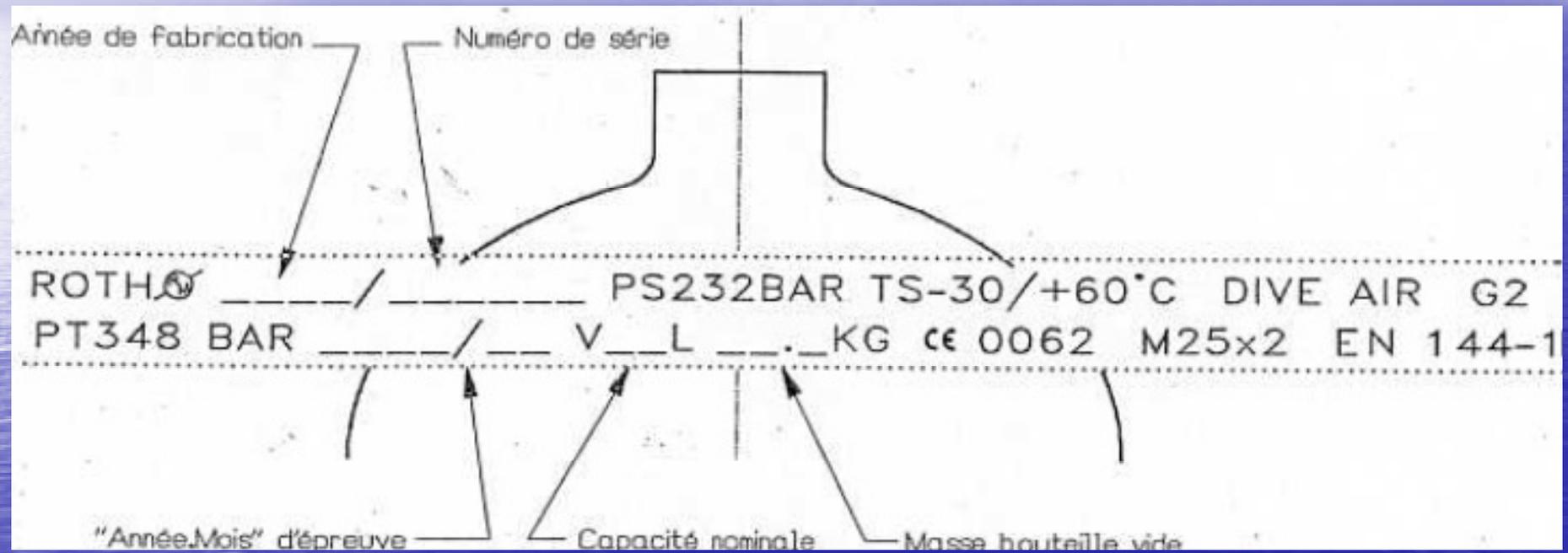
- Inscriptions gravées sur une bouteille pour de l'air comprimé (suivant norme CE et réglementation belge):
 - La lettre E suivie de la date de la 1^{ère} épreuve
par ex : E 6.93
 - Le poinçon de l'organisme qui a éprouvé

REPREUVE: (capacité ≥ 0.5 l)

- tous les **2 ans et demi**: inspection optique interne
 - > identification par RR + date + poinçon de l'organisme agréé
- tous les **5 ans**: ré épreuve hydraulique et optique
 - > identification par R + date + poinçon de l'organisme agréé

! Réglementation peut être différente ds d'autres pays

EXEMPLE DE MARQUAGE



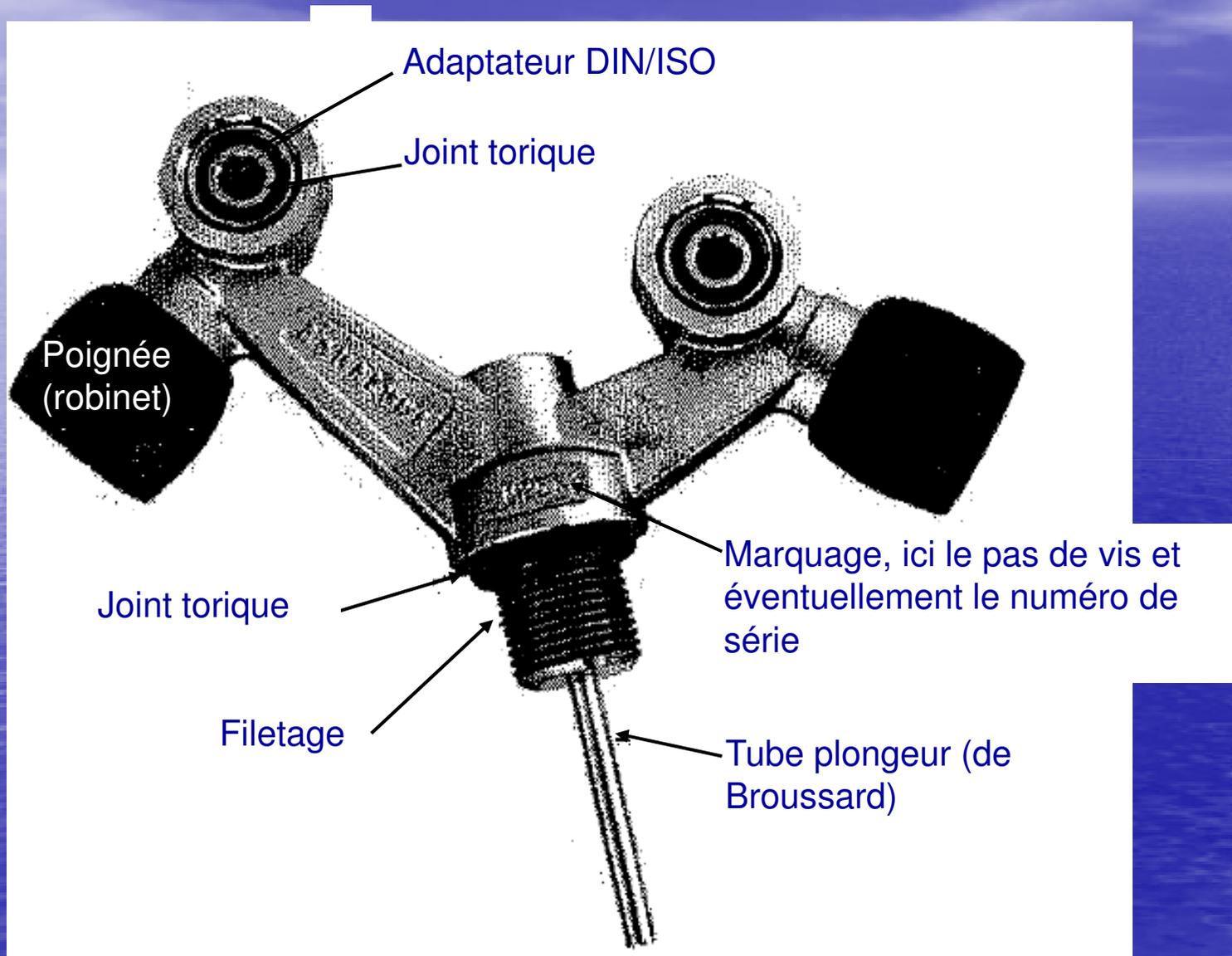
LA ROBINETTERIE

- **LA ROBINETTERIE**

Elle est composée de:

- un tube pour éviter l'entrée de corps étrangers ou d'eau
- un pas de vis et un joint torique au sommet
- une ou deux sorties d'air avec un adaptateur (insert) pour la fixation du ou des détendeurs:
 - sortie type INT (étrier) / jusqu'à 230 bar
 - sortie type DIN / 230 et 300 bar (longueur filetage)
pour les bouteilles NITROX: sortie DIN mais de plus grand \varnothing
- un robinet d'arrêt sur chaque sortie

Marquage éventuel: type de filetage, n° de série...



LA ROBINETTERIE

TYPES DE FILETAGE

- Actuellement M25x2 ISO pour toutes les robinetteries en Europe
- Anciens types:
 - M25x200 SI
 - $\frac{3}{4}$ DIN 259 ($\frac{3}{4}$ gaz)

ATTENTION DANGER!

M25x200 peut être monté sur M25x2

Mais DANGER si montage $\frac{3}{4}$ gaz sur M25x2 (ou M25x200) ou vice versa

-> risque d'accident mortel!



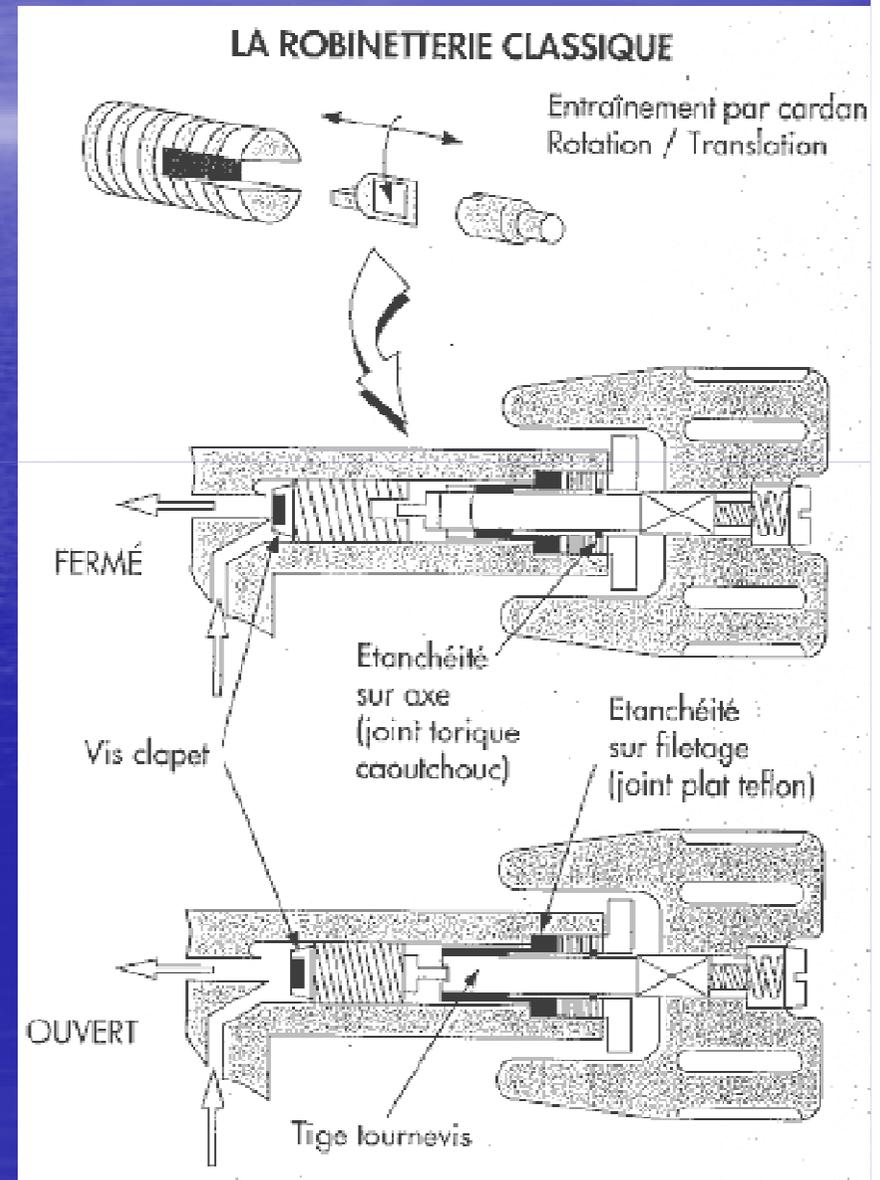
Position d'un robinet 25 X 200 dans une bouteille avec filetage 3/4 gaz

LA ROBINETTERIE

LE ROBINET D'ARRET

- Principe:
- Risque de fuite:
 - joint plat de la vis clapet usé (trop fort serrage)
 - joint torique endommagé

-> *entretien régulier*



LES DETENDEURS

ROLE = détendre l'air de la bouteille à la pression ambiante et à la demande

- **PRINCIPE:**

Détente en 2x -> détendeur à 2 étages

1^{er} étage : HP -> MP (8 à 10 bar + Pression ambiante)

2^{ème} étage: MP -> Pression ambiante

1^{er} et 2^{ème} étages sont reliés par un flexible

- **CONCEPTION:**

Suivant la norme européenne EN 250

-> *Critères* : débit, dépression à l'inspiration, travail respiratoire, profondeur d'utilisation (50m), fonctionnement en eau froide,...

LES DETENDEURS

LES PREMIERS ETAGES

Types rencontrés:

- A PISTON:
 - non compensé
 - compensé

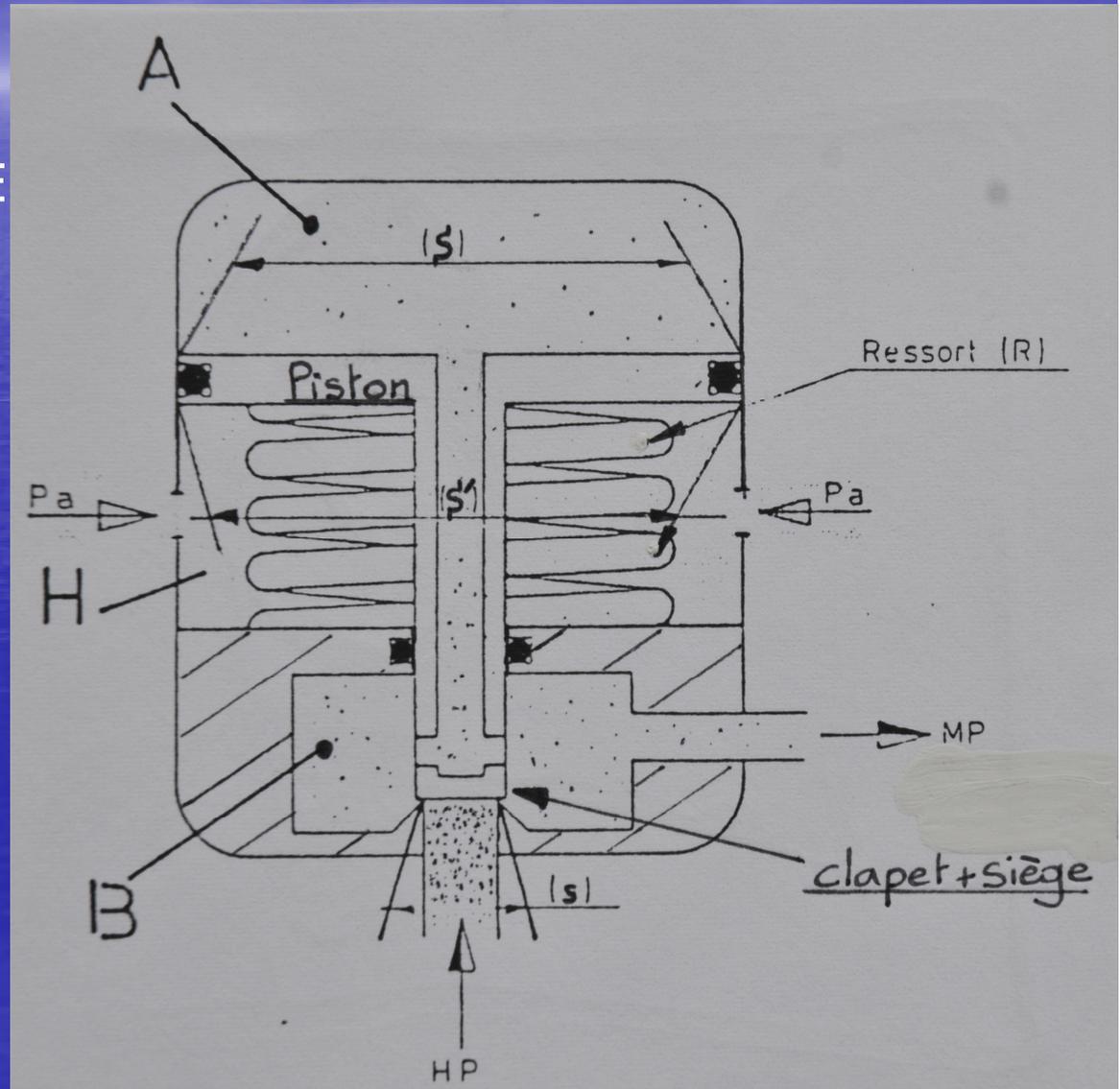
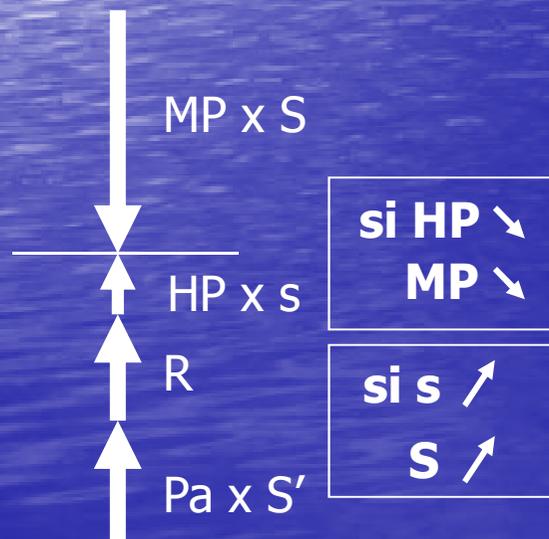
- A MEMBRANE
 - non compensé (rare)
 - compensé

LES DETENDEURS

PREMIER ETAGE A PISTON/NON COMPENSE

A,B = chambres sèches
H = chambre humide

Forces à l'équilibre:

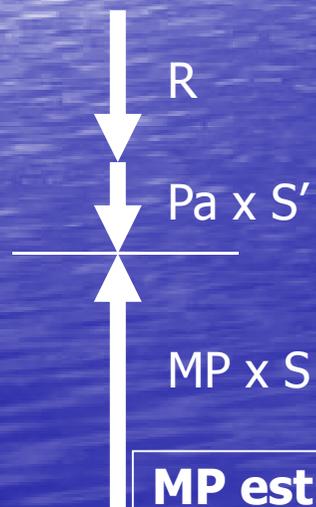


LES DETENDEURS

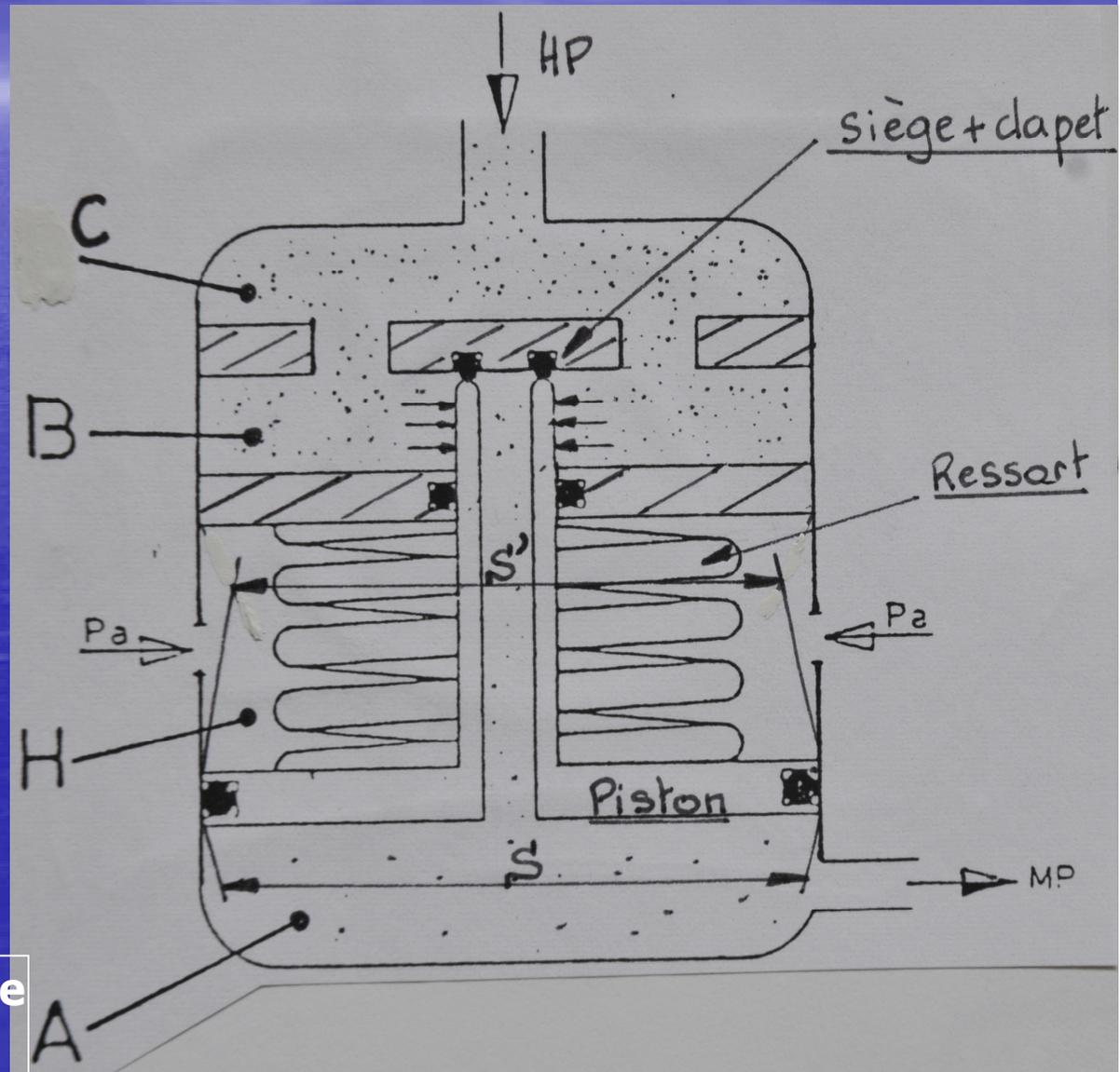
PREMIER ETAGE
A PISTON / COMPENSE

A,B,C=chambres sèches
H=chambre humide

Forces à l'équilibre



**MP est indépendante
de HP**



LES DETENDEURS

PREMIERS ETAGES A MEMBRANE

Fonctionnent sur le même principe que les 1^{er} étages à piston.

Le piston est remplacé par une membrane:

- la membrane se déforme lors de l'inspiration (dépression)
 - elle déplace un pointeau qui agit sur un clapet
 - le clapet s'ouvre pour délivrer la MP
- > *membrane en contact avec l'eau au lieu d'un piston*
-> *mécanisme mieux protégé de l'eau*

La plupart des 1^{er} étages à membrane actuels sont compensés
Différentes techniques de compensation existent

LES DETENDEURS

<i>Types de 1^{er} étage</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
A PISTON / NON COMPENSE	<ul style="list-style-type: none">- Simple et robuste- Prix <	<ul style="list-style-type: none">- Débit limité- Débit limité si Prof. >> ou/et Pression bout. <<- Sensible en eau froide (givrage) ou chargée- Marquage du siège
A PISTON / COMPENSE	<ul style="list-style-type: none">- Simple et robuste- Débit important	<ul style="list-style-type: none">- Sensible en eau froide (givrage) ou chargée- Prix > non compensé (aussi fc du nombre de sortie HP et MP)
A MEMBRANE /COMPENSE	<ul style="list-style-type: none">- Débit important- Moins sensible en eau froide et chargée- Moins d'usure	<ul style="list-style-type: none">- Mécanisme + compliqué- Prix >> (aussi fc nombre de sortie HP et MP)

LES DETENDEURS

PROBLEMES DE GIVRAGE AU 1^{er} ETAGE

Origine:

L'air qui se détend s'accompagne d'un refroidissement (phénomène physique)

Facteurs favorisants:

- eau froide
- détendeurs avec débit d'air de plus en plus important
- débit d'air demandé par le plongeur (essoufflement, secours, gilet)
- teneur en eau de l'air de la bouteille

Remède:

Pour les 1^{er} étages à piston -> remplissage de la chambre humide par un liquide isolant (huile au silicone)

LES DETENDEURS

LA SURCOMPENSATION AU 1er ETAGE:

1) Par l'augmentation de la MP pour compenser la diminution de l'air dans la bouteille

-> si HP ↘ -> MP ↗

-> augmentation des performance du 2^{ème} étage en fin de plongée

2) Par l'augmentation de la MP en fonction de la pression ambiante

-> si Pa ↗ -> MP ↗

-> compensation des pertes de performances du détendeur en profondeur (pertes de charge ↗ -> MP ↘)

LES DETENDEURS

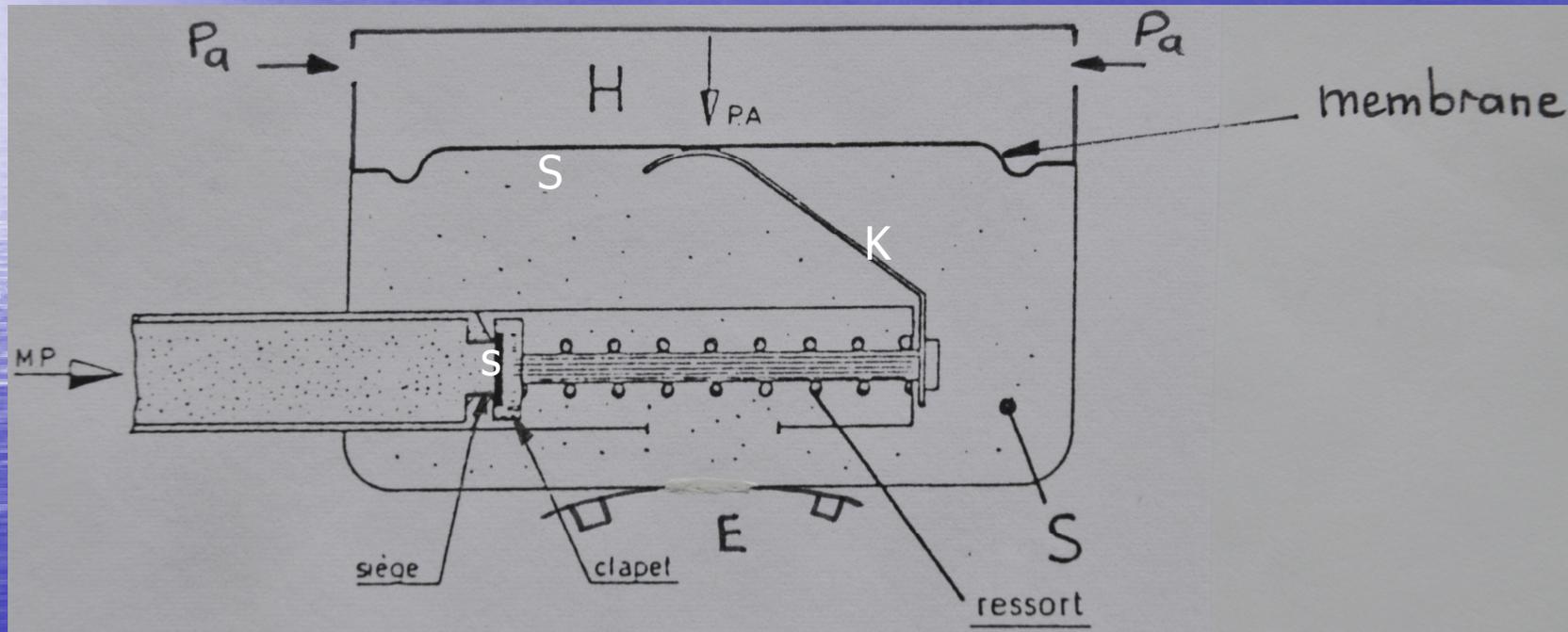
LES DEUXIEMES ETAGES

Type rencontré:

- > Pour la plupart : A CLAPET AVAL
 - Non compensé
 - Compensé manuellement
 - Compensé automatiquement

LES DETENDEURS

DEUXIEME ETAGE A CLAPET AVAL / NON COMPENSE

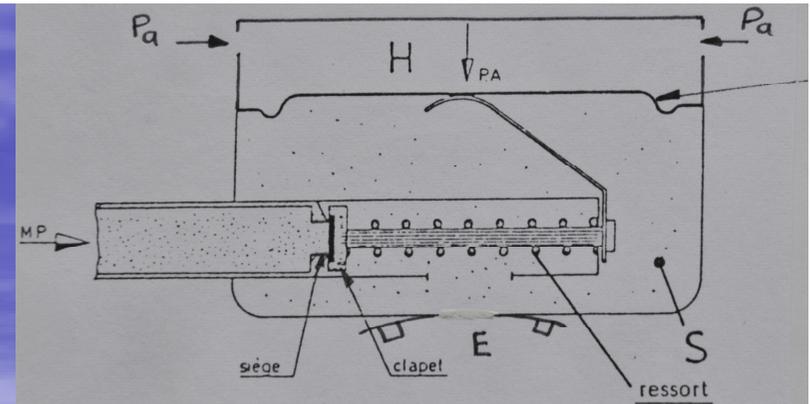


Forces à l'équilibre:



LES DETENDEURS

DEUXIEME ETAGE – LA COMPENSATION



Les performances du 2^{ème} étage varient avec la valeur de la MP

- Compensation manuelle:

-> réglage par une vis modifiant la force du ressort

-> réglage assez subjectif et peu aisé en cas d'urgence

- Compensation automatique:

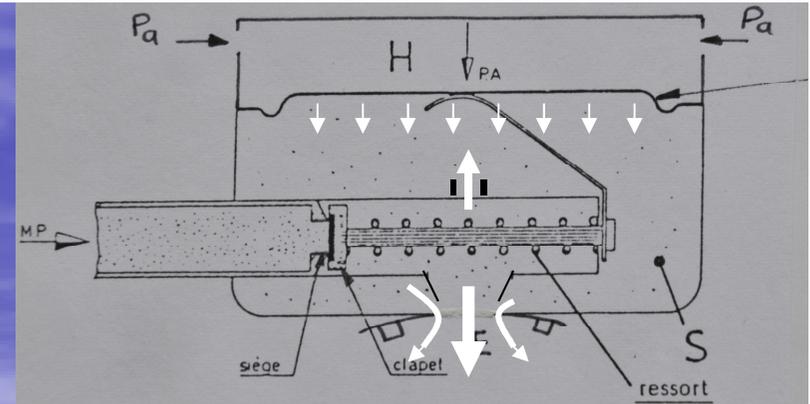
-> compensation de la force variable (MP) qui agit sur le clapet par une force égale mais opposée

-> différentes techniques:

- chambre de compensation

- technique similaire à celui du 1^{er} étage à piston compensé (buse mobile)

LES DETENDEURS



DEUXIEME ETAGE – EFFET VENTURI

Lorsque l'air s'échappe à l'extrémité d'un tuyau (d'une buse):

- il entraîne par frottement les molécules de l'air environnant
- il provoque une dépression à l'arrière de la buse
- > dans le cas du 2^{ème} étage: il aspire la membrane
- > tendance au débit continu

Effet atténué en envoyant une partie de l'air vers la membrane

Dosage de l'effet: manuellement en dosant ou déviant l'air

LES DETENDEURS

QUELQUES PANNES

Au 1^{er} étage:

- Usure du clapet -> fuite ->MP ++ ->débit constant au 2^{ème} étage
- joint(s) torique(s) ou membrane dans le 1^{er} étage défectueux(se) -> bulles sortent
- 1^{er} étage encrassé ou déréglé (MP<<)->dur à l'inspiration ou débit constant au 2^{ème} étage
- filtre d'entrée encrassé->dur à l'inspiration

Au 2^{ème} étage:

- Usure du clapet -> petit débit constant ou mauvais réglage
- membrane d'expiration (anti retour) détériorée-> entrée d'eau à l'inspiration
- membrane d'inspiration détériorée -> entrée d'eau à l'inspiration
- 2^{ème} étage encrassé ou déréglé -> dur à l'inspiration
- membrane d'expiration collée (vieillessement) -> dur à l'expiration

LES DETENDEURS

QUELQUES PANNES

Flexibles:

- joint(s) détérioré(s) ou mauvais serrage-> fuite d'air (coté 1^{er} ou 2^{ème} étage)
- flexible croqué! -> ***danger!*** -> fuite d'air!

-> **RINCAGE APRES CHAQUE PLONGEE**

-> **ENTRETIEN PREVENTIF REGULIER TOUTES LES 50 A 100 PLONGEES PAR UN SPECIALISTE**

LES DETENDEURS

DETENDEUR DE SECOURS (2eme étage de secours - octopus)

*Attention au risques lors de la respiration sur 2 deuxièmes étages
raccordés sur un premier étage:*

- > diminution du débit d'air
- > risque de givrage

La LIFRAS impose 2 sources séparées à partir du plongeur 2* (dans les eaux dévolues aux épreuves)

LES GILETS

ROLE =

- **SECURITE EN SURFACE**
maintien du visage hors de l'eau
- **REGLAGE DE LA FLOTABILITE EN PLONGEE**
avec un bon équilibre
- **PERMETTRE UNE REMONTEE EN SURFACE:**
 - du plongeur
 - du plongeur et de son compagnon

LES GILETS

TYPES:

« Enveloppant »:

- volume de gonflage souvent important (fc de la taille)
- solide (peu de coutures) / les bretelles supportent la bouteille
 - > tissu du gilet moins sollicité
- bon maintien du visage hors de l'eau
- bon équilibre du plongeur sous l'eau
- plus difficile à fabriquer -> plus cher
- équipement et déséquipement peu aisés dans l'eau

LES GILETS

TYPES:

« Réglable »:

- s'adapte à la morphologie du plongeur
- plus fragile (nombreuses coutures) / le gilet supporte le poids de la bouteille
- équipement et déséquipement aisés dans l'eau

Les modèles de voyage

- > plus légers
- pas de back pack rigide
- enveloppe de petit volume

LES GILETS

TYPES:

« wings » ou « dorsal »:

- enveloppe au niveau du back pack et entoure la bouteille
- volume de gonflage peut être très important (45l)
- sangles pour rétracter l'enveloppe quand elle est purgée
- bon équilibre du plongeur sous l'eau
- surtout utilisé en plongée « teck » (portage de bouteilles)
- mauvais maintien du visage hors de l'eau
- prix >>

LES GILETS

COMPOSANTS:

- l'enveloppe: sac gonflable en en nylon ou en Cordura® de 420 à 1500 deniers. Coutures haute fréquence (fusion de la matière).

Denier = unité relative au poids du fil par unité de longueur

- la vessie: sac étanche à l'intérieure de l'enveloppe.
- le tuyau annelé: permet le gonflage du gilet à la bouche ou via l'inflateur
- l'inflateur: tuyau connecté à une sortie MP du 1^{er} étage et au tuyau annelé via un dispositif de gonflage et de purge

Vitesse de gonflage fonction de: MP, diamètre du tuyau, dispositif de gonflage

Attention en eau froide: si respiration + gonflage en même temps

-> givrage du détendeur possible

LES GILETS

COMPOSANTS:

- l'inflateur:

- système de connexion :

- l'embout (partie femelle) comporte un clapet amont et un verrouillage à bille

(clapet amont=pas de fuite si embout pas raccordé au gilet)

- qui se connecte sur l'about (partie mâle)

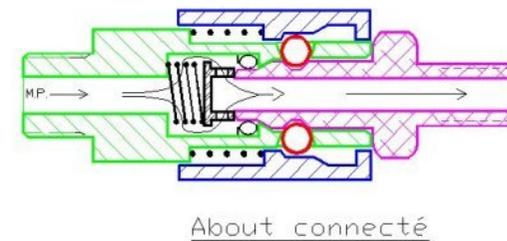
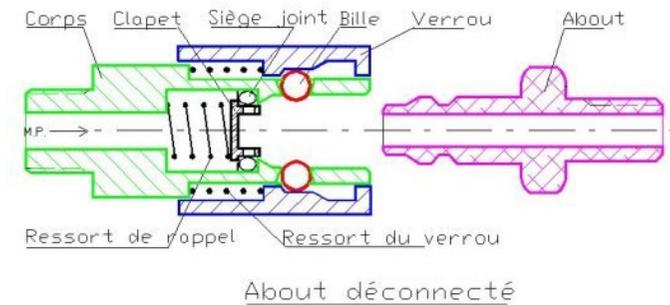
(incompatibilité possible entre les marques)

- un combiné -> gonflage par MP ou à la bouche + purge lente

- soupape de surpression: clapet maintenu fermé par un ressort

- les purges rapides = commande manuelle de la soupape de surpression

(la commande de la purge rapide peut être intégrée au tuyau annelé)



CONCLUSION

- GRANDS PRINCIPES DE CONCEPTION
INCHANGES MAIS AMELIORATION
CONSTANTES

Introduction de normes -> conception

-> performances

-> sécurité

- PRIVILEGIER UN MATERIEL SIMPLE ET
EFFICACE - EVITER LE SUPERFLU

Pol Basso - CUP

Janvier 2012