

1. La technologie

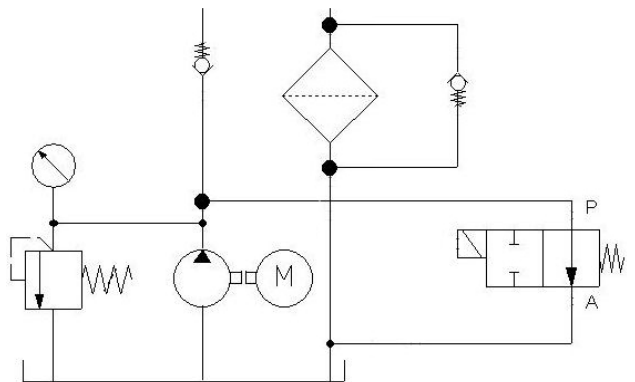
1A. Le réservoir (voir page suivante)

Il sert à stocker le fluide, une grande capacité est nécessaire pour assurer le refroidissement et sa désaération. En outre il doit permettre la vidange et la visualisation du niveau.

Sur le couvercle est fixé le groupe moto-pompe avec un manomètre et clapet by-pass.

A retenir :

- La cloison sert de refroidisseur par conduction avec le milieu extérieur. Cette cloison de stabilisation permet aussi de séparer la chambre d'aspiration de la chambre de retour.
- En circuit ouvert la quantité convenable estimée est de 3 fois le volume refoulé par la pompe pendant 1 minute.
- Le filtre à l'admission est en général une crépine de 150 μm .
- La vidange s'effectue généralement toutes les 2000 à 3000 heures ou au moins une fois par an. Au niveau du remplissage un filtre de 10 à 20 μm est installé, le filtre doit en fait avoir un pouvoir supérieur au besoin.
- Les tuyauteries de refoulement et d'aspiration seront coupées en biseau et tournées vers l'extérieur de la paroi.
- Sur l'un des bouchons de vidange, placer un robinet qui permettra d'évacuer l'eau du fond du bac. Pour les systèmes qui fonctionnent souvent, il y a condensation régulière et il faut prévoir une purge toute les semaines.
- Pour respecter les nouvelles directives environnementales, il doit y avoir autour du réservoir un bac de récupération du fluide hydraulique, ce bac doit être capable d'accueillir la quantité de fluide qu'il y a dans le circuit.
- Le clapet by-pass est ouvert au repos et permet au démarrage d'éviter le pic de pression. Quand la pompe est en régime établie, on actionne le by-pass.



1B. Le filtre

Élément indispensable, il retient les particules solides et évite les grippages, les rayures et donc participe à l'augmentation de la MTBF.

Si les jeux d'un mécanisme hydraulique sont de l'ordre de 5 μm , il est nécessaire de filtrer le fluide avec un tamis de 3 à 4 μm .

1B1. Techniques de filtration

Il existe 3 techniques.

- Par tamisage : le fluide passe dans un filtre (papier, toile, fibres,...)
Inconvénient : occasionne des pertes de charge singulières élevées ;
- Par effet magnétique : les particules magnétiques sont attirées
Inconvénient : ne retient que les particules magnétiques ;
- Par décantation : les particules tombent dans la réserve
Inconvénient : la masse volumique de la particule doit être supérieure à celle du fluide.

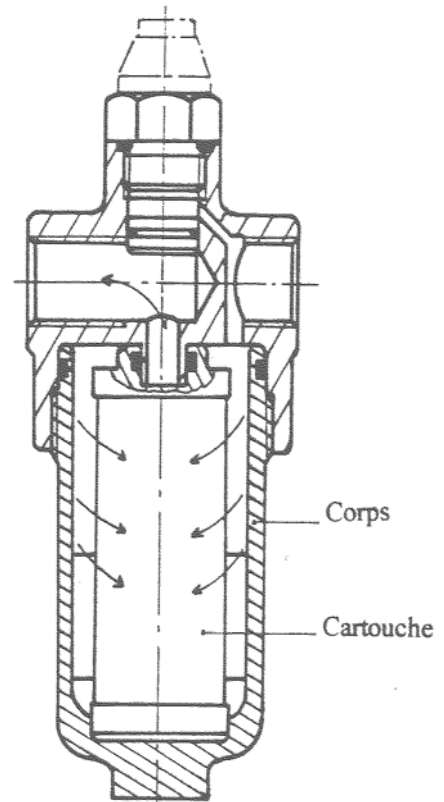
1B2. Filtre à tamisage

C'est le filtre le plus utilisé. On le trouvait au niveau de l'aspiration mais il crée des cavitations et est donc maintenant installé sur la boucle de retour. Il est également installé sur les éléments eux mêmes pour les protéger.

Les toiles métalliques ont un pouvoir de filtration jusqu'à 20 μm . Les toiles de papier imprégné ont elles un pouvoir de rétention des particules jusqu'à 5 μm .

Pour le nettoyage des toiles métalliques on utilise des bains à ultrasons. Les toiles de papier sont jetables.

Pour les systèmes pollués rapidement (systèmes avec beaucoup de vérids), on peut dialyser le système pendant les périodes de repos.



1C. Les canalisations

Elles doivent résister à la pression et aux agressions intérieures et extérieures. Elles ne doivent pas engendrer de grandes pertes de charge. Leur dimensionnement est normalisé.

Il existe deux types de canalisations :

- Les rigides ;
- Les souples.

A retenir : Au niveau des raccordements, le diamètre de passage du fluide est souvent plus petit que le diamètre intérieur de la canalisation. Il faut donc limiter les raccords inutiles qui engendrent de nombreuses pertes de charge.

Les nouvelles directives européennes imposent pour les canalisations flexibles un anti-fouettement et une anti-aspersion. Elle est principalement réalisée par un câble qui empêche le tuyau de fouetter et donc aussi d'asperger.

1C1. Canalisation rigide

Il s'agit le plus souvent de tube sans soudure (étirage à froid) évitant ainsi, lors du cintrage, de faire apparaître des particules.

Matériau : - Tu 37 b (type standard) \Leftrightarrow E235 électro-zingué à l'extérieur
 - 35 Cr Ni Ti 72 – 40 (si risque d'oxydation important)

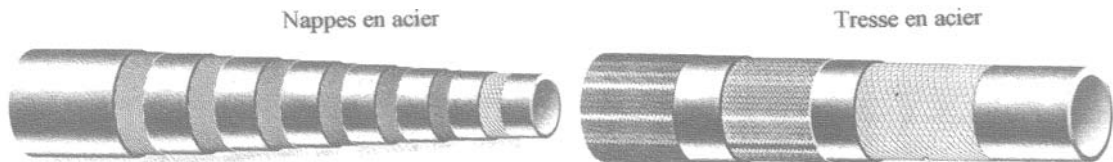
A noter : Les tubes doivent être livrés bouchés aux extrémités et remplis de gaz neutre. S'il n'en est pas ainsi il faut les nettoyer énergiquement avec de la soude pour enlever les particules organiques puis les rincer puis les nettoyer une nouvelle fois au tri chlore pour enlever les graisses.

1C2. Canalisation souple

Il s'agit d'élastomère renforcé de fibres métalliques soit en nappes soit en tresses, sur plusieurs couches. La température d'utilisation doit être comprise entre -40°C et $+120^{\circ}\text{C}$.

A retenir : Si l'on peut maintenir la main sur une canalisation flexible alors le fluide à l'intérieur est en dessous de 70°C.

A noter : Les pertes de charge dans les canalisations flexibles sont très importantes, il convient donc de limiter leur utilisation aux systèmes ayant des mouvements de translations.



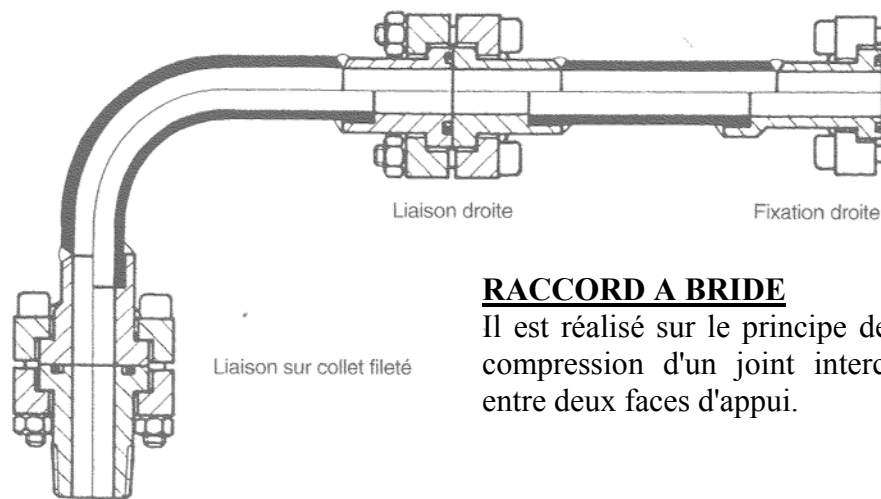
Règles de montage des tuyauteries souples :

Montage incorrect	Solution	Montage correct
mauvais	amélioration par adjonction d'un adaptateur	correct
mauvais	amélioration par adaptateur mais le tuyau reste trop sous tension	correct
mauvais effort de torsion	vue de profil correct	vue de face correct
mauvais B.	B. effort de flexion accru avec vibrations	correct A. longueur minimum égale au double du rayon
mauvais, effort de torsion et trop court		correct
mauvais		correct

1C3. Les raccords

Il s'agit des éléments de jonction entre les conduits ou appareils. Ils sont réalisés selon différentes techniques :

- Raccord à bride ;
- Raccord vissé ;
- Raccord à épanouissement ;
- Raccord à olive ;
- Raccord de flexible ;
- Raccord démontable étanche.

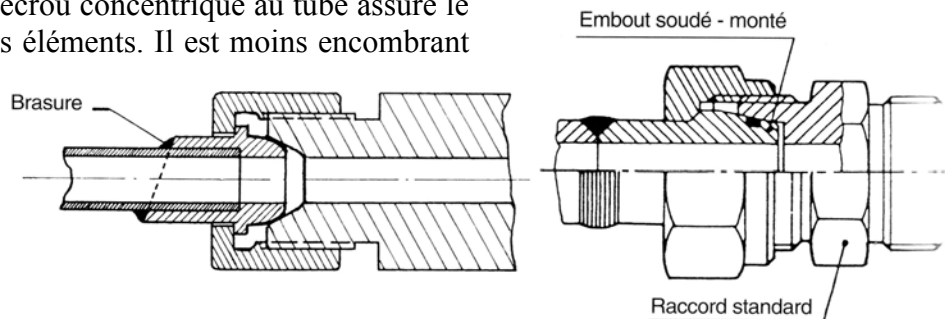


RACCORD A BRIDE

Il est réalisé sur le principe de la compression d'un joint intercalé entre deux faces d'appui.

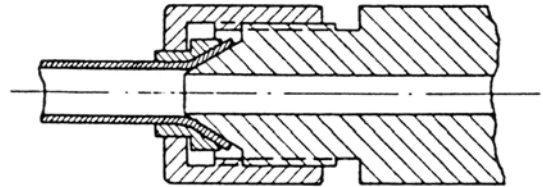
RACCORD VISSE

Une zone sphérique est rapportée à la canalisation par soudage. Un écrou concentrique au tube assure le maintien entre les éléments. Il est moins encombrant que le précédent.



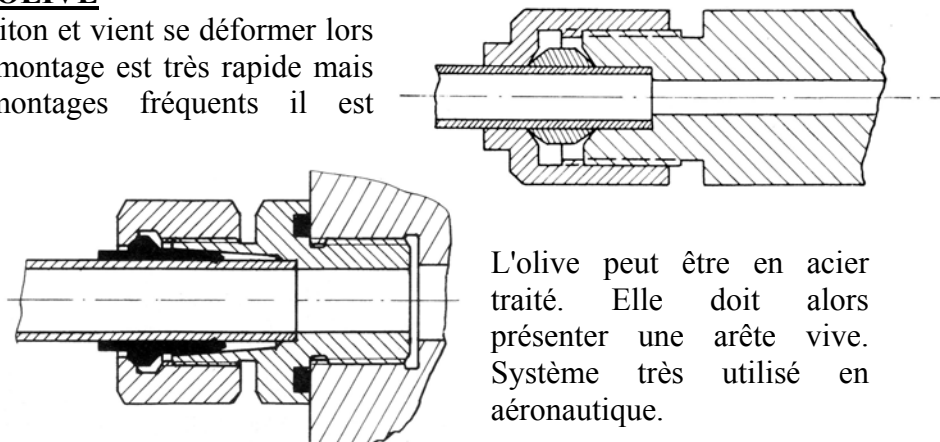
RACCORD A EPANOUISSEMENT

Ce raccord est plus simple que le précédent mais moins résistant aux vibrations et donc moins endurant.



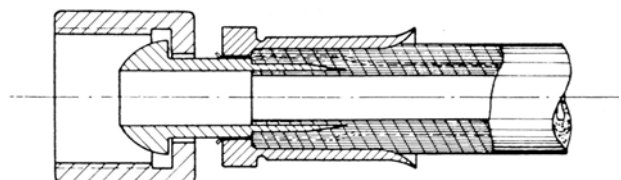
RACCORD A OLIVE

L'olive est en laiton et vient se déformer lors du serrage. Le montage est très rapide mais pour des démontages fréquents il est déconseillé.



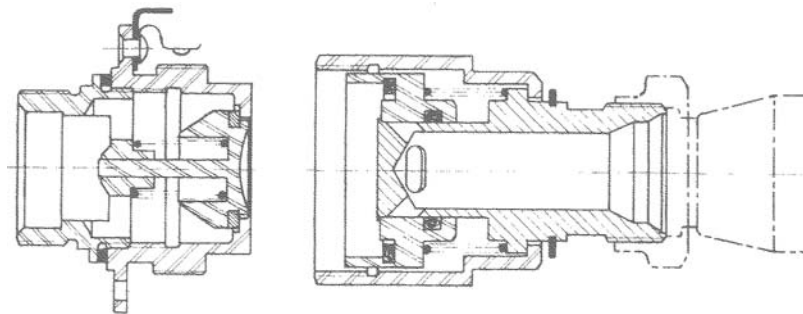
RACCORD DE FLEXIBLE

Ils sont livrés montés par le fabricant et par conséquent non réparables.



RACCORD DEMONTABLE ETANCHE

Ils doivent être exclusivement utilisés pour les essais des équipements hydrauliques. Les deux jonctions s'obturent automatiquement. L'accouplement peut s'effectuer soit par vissage soit par clips à billes.

**1C4. Dimensionnement**

Il faut y faire particulièrement attention. En effet il en existe deux séries, soit en millimètres soit au pas du gaz ; les deux étant bien sûr non compatibles.

A noter : il existe une pression d'épreuve pour les canalisations, elle est 1.5 fois supérieure à la pression de service.

- Série millimétrique pour les tubes rigides :

Désignation (mm)	D extérieur (mm)	d intérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Pression de service (bar)	Pression de rupture (bar)	Masse linéique (kg/m)
4 x 6	6	4	1	508	1385	0,123
6 x 8	8	6	1	367	1000	0,173
8 x 10	10	8	1	287	783	0,222
10 x 12	12	10	1	236	643	0,271
12 x 14	14	12	1	200	545	0,321
14 x 16	16	14	1	174	474	0,370
15 x 18	18	15	1,5	238	643	0,610
17 x 20	20	17	1,5	211	575	0,684
19 x 22	22	19	1,5	191	519	0,758
19 x 25	25	19	3	351	956	1,630
22 x 28	28	22	3	309	867	1,850
24 x 30	30	24	3	287	783	2,000
30 x 38	38	30	4	303	828	3,354
40 x 50	50	40	5	287	873	5,548

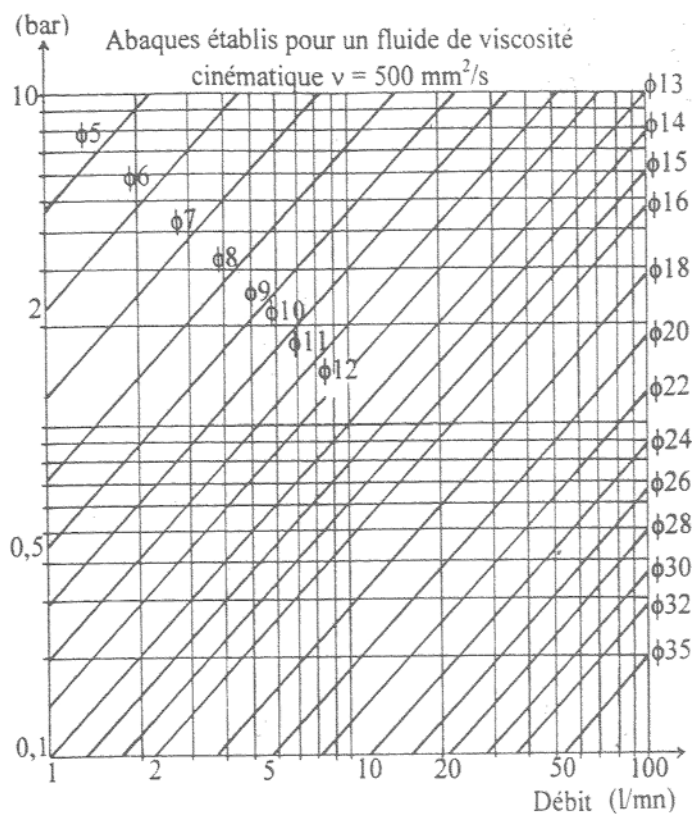
- Série gaz pour les tubes rigides :

Désignation (pouce)	D extérieur (mm)	d intérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Pression de service (bar)	Pression de rupture (bar)	Masse linéique (kg/m)
¼	13,25	8,75	2,25	528	1440	0,610
3/8	16,75	12,25	2,25	397	1084	0,805
½	21,25	15,75	2,75	382	1043	1,250
¾	26,75	21,25	2,75	296	800	1,630
1	33,50	27,00	3,25	278	758	2,420
1 ¼	42,25	33,75	3,25	216	590	3,130
1 ½	48,25	40,15	4,04	238	648	4,404

- Série gaz pour les tubes souples à 6 nappes d'acier :

Désignation (pouce)	D extérieur (mm)	d intérieur (mm)	Pression de service (bar)	Pression de rupture (bar)	Masse linéique (kg/m)
½	27,5	≈ 22	200	2068	1,37
¾	32,5	≈ 29	240	1379	1,70
1	39,7	≈ 36	300	1379	2,28
1 ¼	50,6	≈ 47	419	1379	3,71
1 ½	58,1	≈ 54	508	1379	4,91
2	73	≈ 68	635	1379	7,36

1C5. Abaque de pertes de charge pour tubes rigides de la série millimétrique



Dans une même installation hydraulique, les dimensions des canalisations sont différentes selon leur destination et donc les vitesses d'écoulement aussi :

Aspiration : 0,6 m/s si $\nu=150 \text{ mm}^2/\text{s}$
 0,75 m/s si $\nu=100 \text{ mm}^2/\text{s}$
 1,2 m/s si $\nu=50 \text{ mm}^2/\text{s}$
 1,3 m/s si $\nu=30 \text{ mm}^2/\text{s}$

Travail sur machines fixes :
 avec ν entre 30 et 150

2,8 m/s si $p=25 \text{ bar}$
 3,8 m/s si $p=50 \text{ bar}$
 4,8 m/s si $p=100 \text{ bar}$
 5,5 m/s si $p=200 \text{ bar}$
 6 m/s si $p>200 \text{ bar}$

Sur les machines mobiles les vitesses sont à multiplier par 1,2 à 2

Retour : 2 à 3 m/s

Drainage : 1 à 1,5 m/s

1C6. Détermination de la dimension nominale de passage

Le diamètre intérieur d_i est fonction du débit et des caractéristiques du fluide hydraulique. On obtient à partir de l'équation de continuité :

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot q}{\pi \cdot c}}$$

c : vitesse d'écoulement (m/s)
 q : débit (m^3/s)
 d_i : diamètre intérieur de l'écoulement (m)

1D. Les accumulateurs

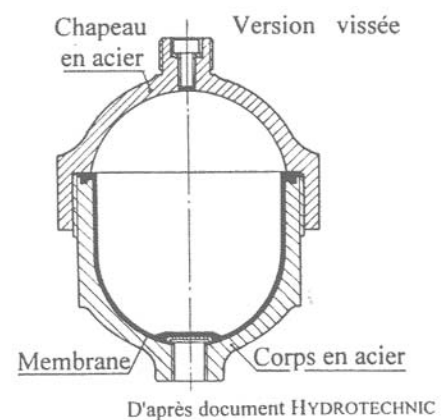
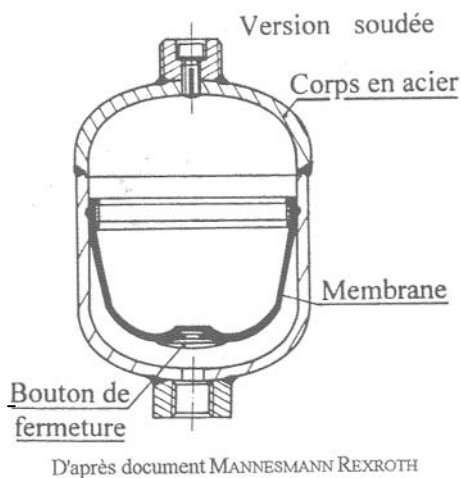
1D1. Leur rôle

Leur rôle est de stocker un certain volume de fluide sous pression pour le restituer en fonction des besoins. Ils sont aussi utilisés pour les commandes d'urgence (terminer un mouvement, actionner un frein,...) ou pour amortir les chocs dans les démarrages des installations.

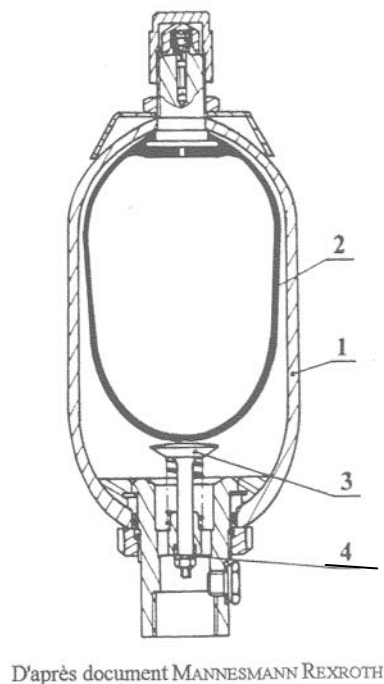
Le principe est simple : une chambre à deux orifices séparés par un élément étanche. L'un des orifices est relié au système et l'autre permet le remplissage avant utilisation d'un gaz générant un contre effort. Le gaz utilisé est l'azote (gaz inerte).

Il en existe 3 principaux types :

- A membrane (soudée ou vissée).
- A piston ;
- A vessie ;



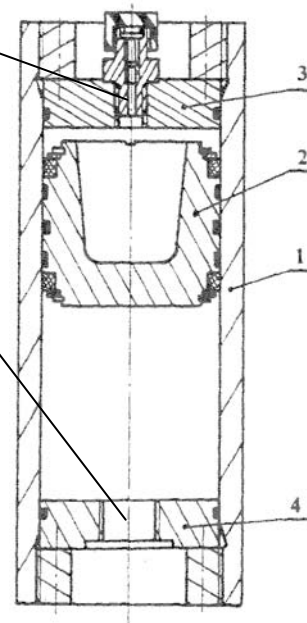
Pour éviter l'extrusion de la membrane



Orifice de remplissage de l'azote

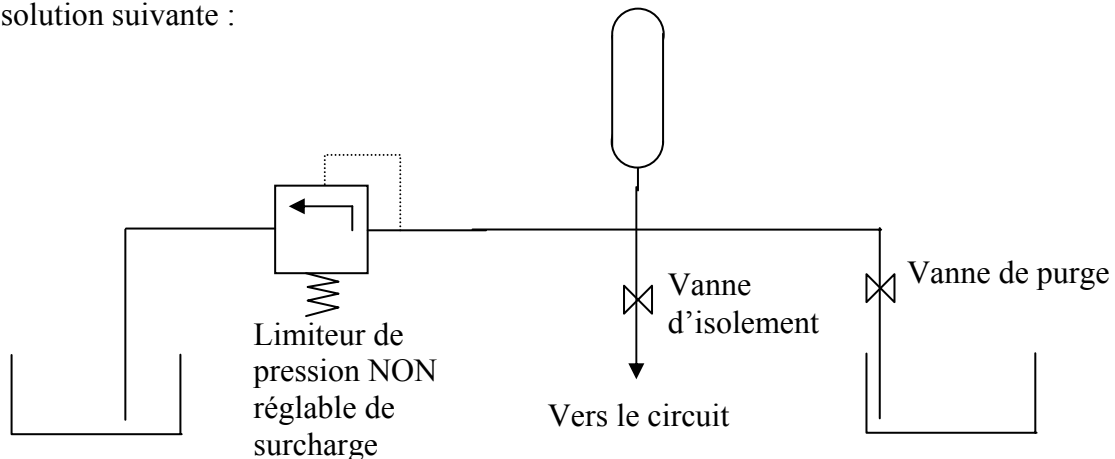
Orifice de la tuyauterie de service

Clapet d'ouverture automatique



A noter : La vérification des accumulateurs est réglementée. Le premier contrôle est à effectuer au bout de 10 ans et ensuite tous les 5 ans.

A retenir : Lors des arrêts des systèmes pour les maintenir, faire attention aux accumulateurs qui conservent la pression sauf si celle-ci est évacuée. Mettre si cela est possible le système de protection de l'accumulateur et de l'agent conformément à la solution suivante :



A penser : mettre un clapet anti-retour entre la pompe et l'accumulateur pour protéger celle-ci d'une décharge imprévue. Dans ce cas faire attention à la charge restante dans le circuit.

1D2. Détermination d'un accumulateur

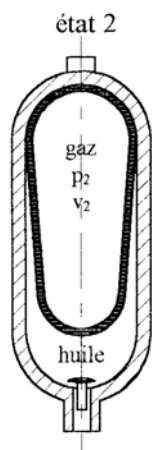
L'objectif habituel est de fournir un volume Δv de fluide.

L'accumulateur est caractérisé par le volume d'azote V_1 et la pression de gonflage de l'azote p_1 .

En fonctionnement simple quand le système est au repos l'accumulateur est dans la configuration de l'état 1.

Il n'y a alors pas de fluide hydraulique dans l'accumulateur.

Quand le système fonctionne, si la pression dans le circuit hydraulique est supérieure à p_1 alors le fluide hydraulique pénètre dans l'accumulateur.



Pour éviter de décharger complètement l'accumulateur de son huile et donc de mettre le clapet de protection en contact avec la vessie, on conserve dans la phase d'utilisation un petit volume d'huile dans l'accumulateur. On obtient alors la configuration de l'état 2.

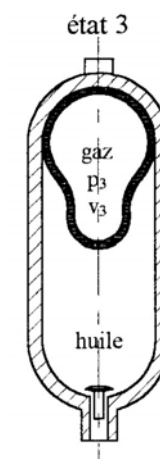
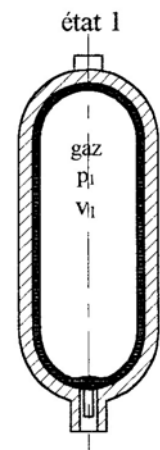
On bloque la pression de gonflage < à la pression d'utilisation soit :

$$p_1 = 0.9 \times p_2$$

Quand l'accumulateur est complètement chargé on obtient l'état 3. La pression du fluide hydraulique est au maximum et le débit excédentaire retourne au réservoir par le LdP.

Dans les accumulateurs à vessie pour éviter de trop déformer la membrane

on limite : $\frac{P_3}{P_2} \leq 3$



En conclusion il faut, pour déterminer un accumulateur, connaître :

v_1 : volume d'azote

p_1 : pression de gonflage de l'azote

$\Delta v = v_2 - v_3$: volume de fluide restituable par l'accumulateur

Remarque : Dans les calculs de thermodynamique, on utilise toujours les pressions absolues p_a .

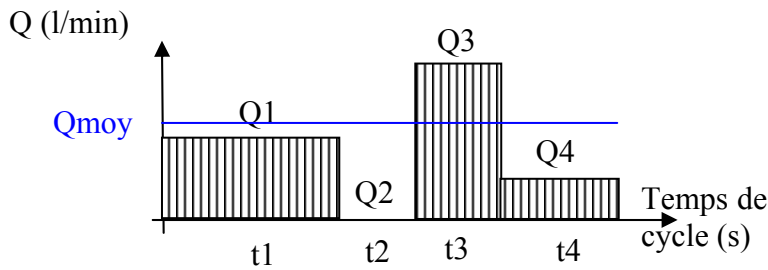
En hydraulique en revanche on utilise les pressions relatives (indication des manomètres).

$$p_a = p_r + p_{atmos.}$$

Pour l'azote on utilise les pressions absolues.

1 bar

Détermination du volume restituable par l'accumulateur Δv :



Sans accumulateur la pompe doit débiter au débit maximum soit Q_3 .

Avec accumulateur la pompe doit débiter au débit moyen soit Q_{moy} .

$$Q_{moy} = \frac{\sum Q_i \cdot t_i}{\sum t_i}$$

le volume Δv est :

$$\Delta v = \frac{(Q_{max} - Q_{moy}) \cdot (temps\ du\ besoin)}{60}$$

Δv est en litre, Q en l/min et le temps en seconde.

Le temps du besoin serait pour le schéma proposé t_3 .

Détermination du volume d'azote

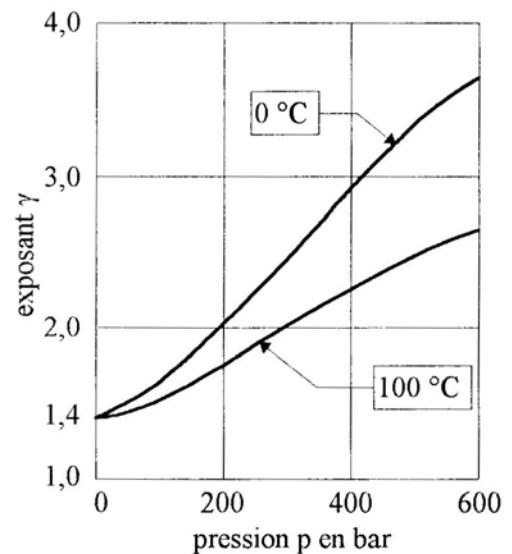
Si la charge/décharge est rapide (cycle d'utilisation de l'accumulateur $< 1min$) la transformation est adiabatique (température constante ou pas d'échange de chaleur entre le milieu extérieur et le système).

L'équation des gaz parfaits $p \cdot v = m \cdot R \cdot T$

Devient : $pV^\gamma = cste$

L'exposant γ est une fonction de la température et de la pression.

p : pression (Pa) m : masse (kg)
 v : volume (m³) T : température (K)
 $R=297$ J/kg.K pour l'azote



On a donc 6 inconnues : $p_1 ; p_2 ; p_3 ; v_1 ; v_2 ; v_3$.

Il faudra 6 équations.

Pour la charge de 1 vers 3 : $p_1 \cdot v_1^\gamma = p_3 \cdot v_3^\gamma$

Pour la décharge de 3 vers 2 : $p_3 \cdot v_3^\gamma = p_2 \cdot v_2^\gamma$

$$\Delta v = v_2 - v_3$$

p_3 : pression maximum du circuit (LdP ouvert)

p_2 : pression du récepteur qui aura besoin de l'accumulateur

$$p_1 = 0.9 \times p_2$$

On obtient alors un calcul théorique du volume d'azote dont on a besoin :

$$v_1 = \frac{\Delta v}{\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\gamma} - \left(\frac{p_1}{p_3}\right)^{1/\gamma}}$$

On détermine par la lecture dans un catalogue fournisseur l'accumulateur approprié. On aura sur celui-ci le volume d'azote nominal et le volume d'azote réel. C'est ce dernier qui permettra de calculer la pression de gonflage réel.

Détermination de la pression de l'azote :

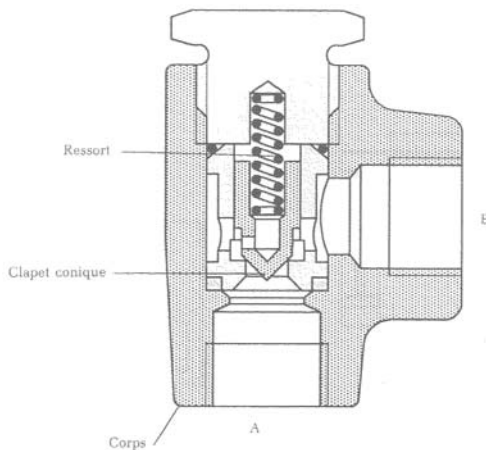
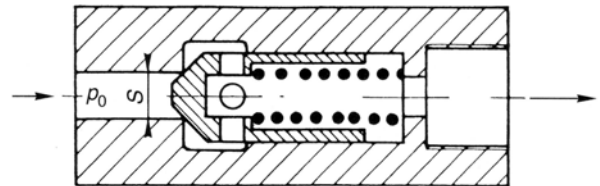
En utilisant les mêmes équations on obtient :

$$p_1 = \frac{p_2 \cdot p_3 \cdot \Delta v^\gamma}{v_1^\gamma \cdot (p_3^{1/\gamma} - p_2^{1/\gamma})^\gamma}$$

1E. Le clapet anti-retour

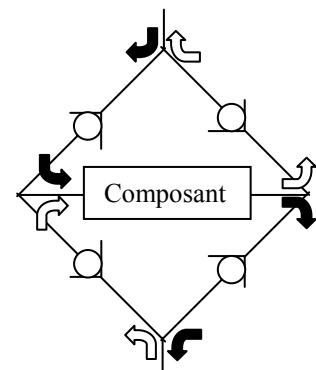
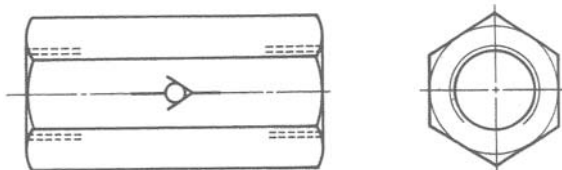
1E1. Standard

Comme son nom l'indique il permet le passage du fluide dans un sens et l'interdit dans l'autre.



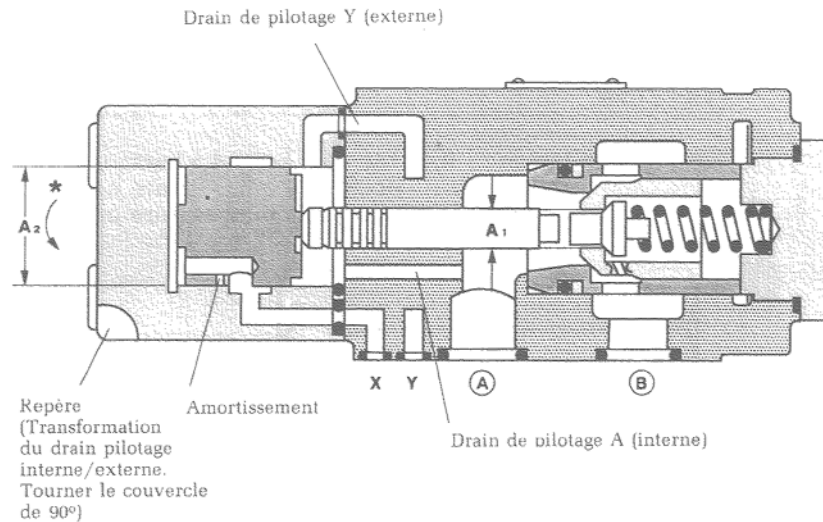
Le fluide passe de A vers B après avoir vaincu la force développée par le ressort sur le clapet conique. Dans le sens inverse le fluide maintient en

plus du ressort le clapet conique sur son siège.



L'utilisation en pont de Graetz de 4 CAR peut permettre l'utilisation de composant dans les mêmes conditions quelque soit le sens de circulation du fluide.

1E2. Piloté



Le principe de base reste le même mais dans certaines utilisations on peut avoir besoin d'annuler le blocage du fluide. Il suffit pour cela d'alimenter hydrauliquement l'orifice X forçant ainsi le clapet conique à s'ouvrir. Pour annuler la commande on alimente l'orifice Y ou on laisse le ressort de rappel agir ; attention toutefois au retard de fermeture dans ce cas.

1F. Le limiteur de pression réglable

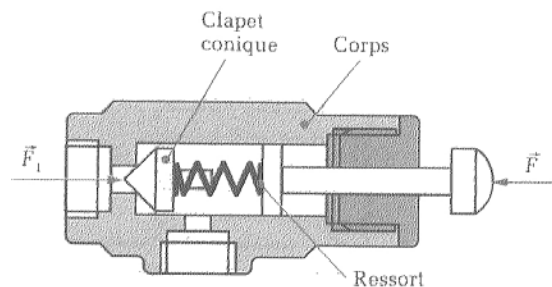
C'est un appareil indispensable dans toute installation hydraulique, il sert à protéger les différents organes d'une élévation de pression importante.

Il est élaboré sur le même principe que le CAR mais le ressort exerce une action fondamentale et la valeur de l'effort est parfaitement déterminée.

Il en existe trois principaux types : à clapet, avec dash-pot et à tiroir.

Dans le cas d'utilisation de système à clapet :

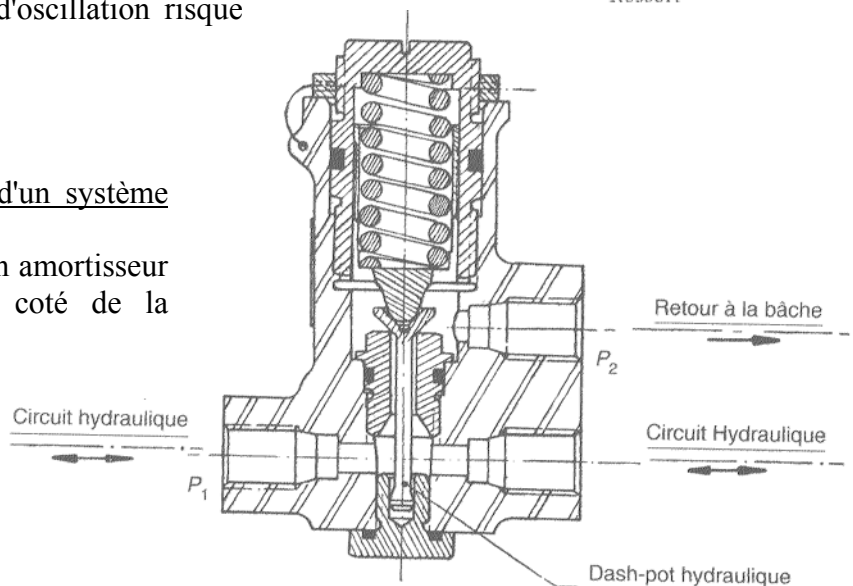
La force d'ouverture est modifiée par la valeur de pression régnant dans la canalisation de retour. Plus le débit est important et plus la pression sera importante et moins le limiteur de pression réagira au moment opportun. Par ailleurs, s'il y a également des variations importantes de la pression, un phénomène d'oscillation risque d'apparaître.



Dans le cas d'utilisation d'un système dash-pot :

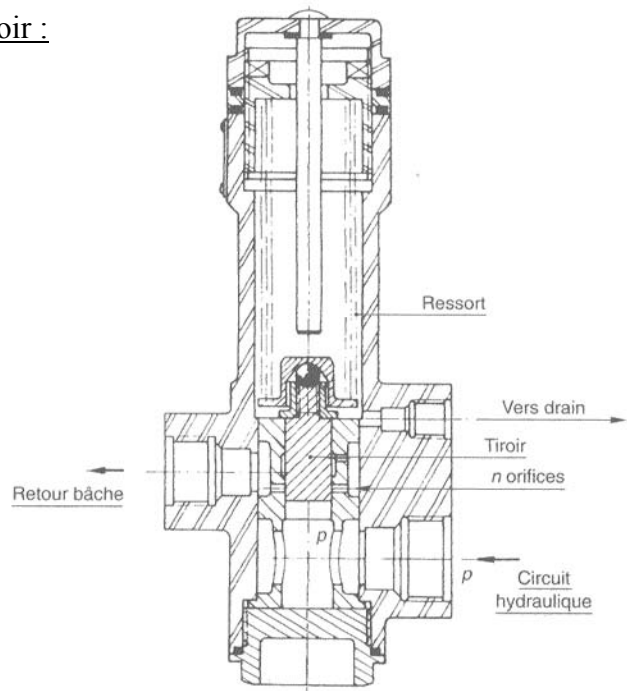
Le système dash-pot est un amortisseur attelé sur le clapet du côté de la pression.

L'objectif de ce système est d'atténuer les oscillations. Plus le fluide est visqueux et plus le système est efficace.



Dans le cas d'utilisation d'un système à tiroir :

C'est la pression dans la canalisation de drain qui modifie l'ouverture. Il en résulte que ce deuxième limiteur est plus précis que celui à clapet.



A noter : Le limiteur de pression principal doit être plombé, empêchant ainsi le dérèglement.

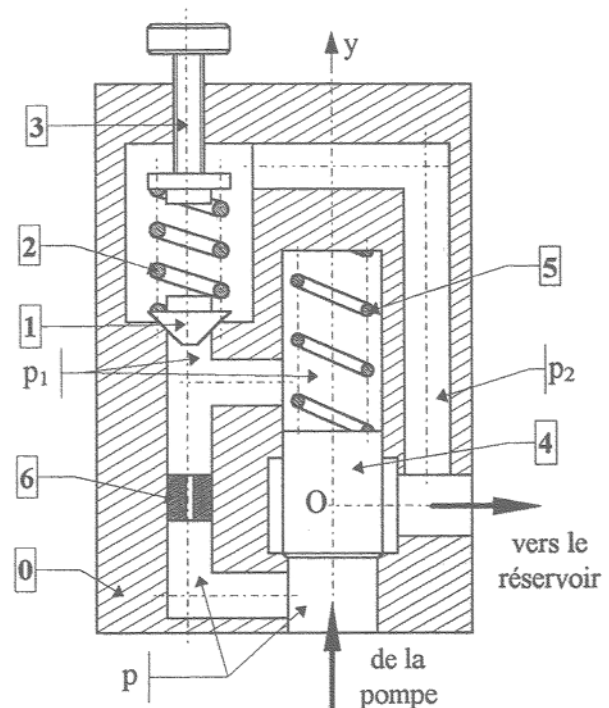
A retenir : Sur les cycles courts, sur les débits importants ou sur les cycles rapides, le limiteur de pression est souvent le point chaud du système ; 20° C de plus que dans le réservoir.

Le limiteur de pression à commande directe a des limites d'utilisation qui se situent aux environs de 200 bars et aux faibles débits. Au delà on utilise des limiteurs de pression à commande indirecte.

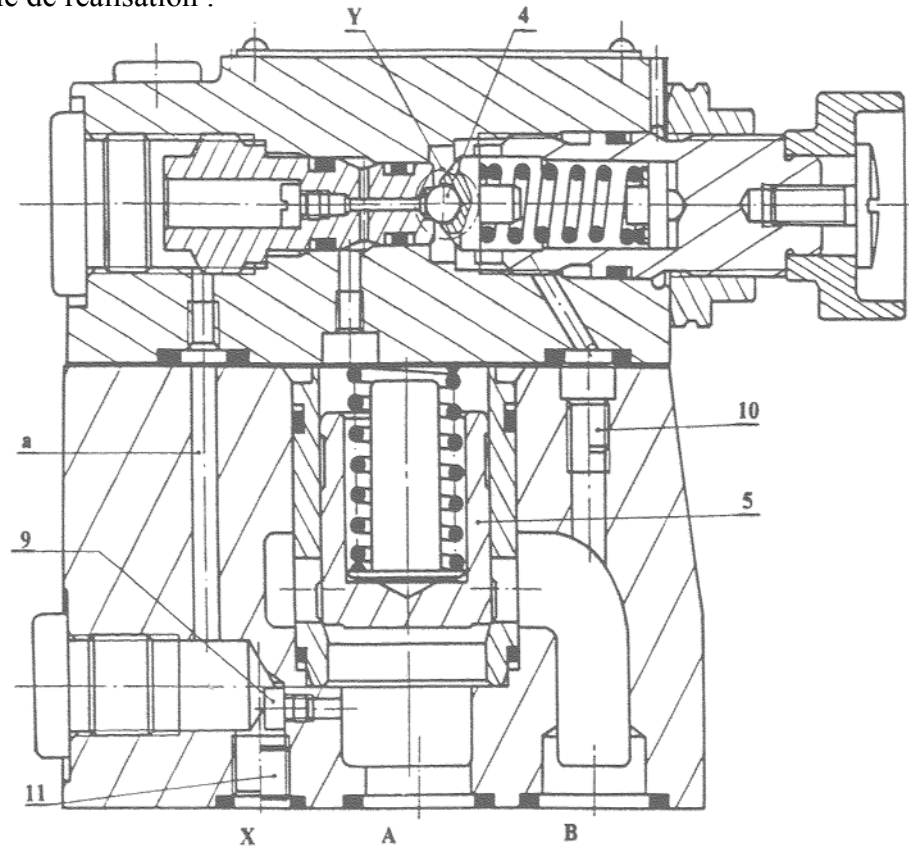
Le clapet (1) existe toujours mais ne reçoit qu'un faible débit dû à l'étranglement (6). Il assure toujours le pilotage mais un tiroir (4) permet l'essentiel du passage du fluide en cas de surpression. Le maintien en position du tiroir (4) est assuré par un ressort de faible raideur (5).

Dès qu'il y a une surpression le clapet s'ouvre créant une forte dépression du côté du ressort (5) permettant au tiroir de se déplacer pour laisser le fluide s'écouler.

Il faut juste faire attention aux temps de commutations qui sont plus longs que pour les limiteurs de pression directs.



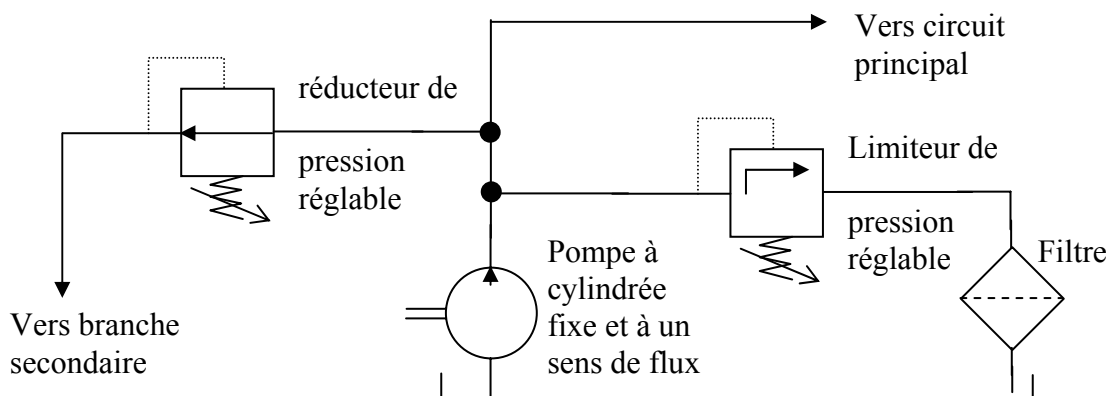
Exemple de réalisation :



Le clapet est réalisé par une bille (4).

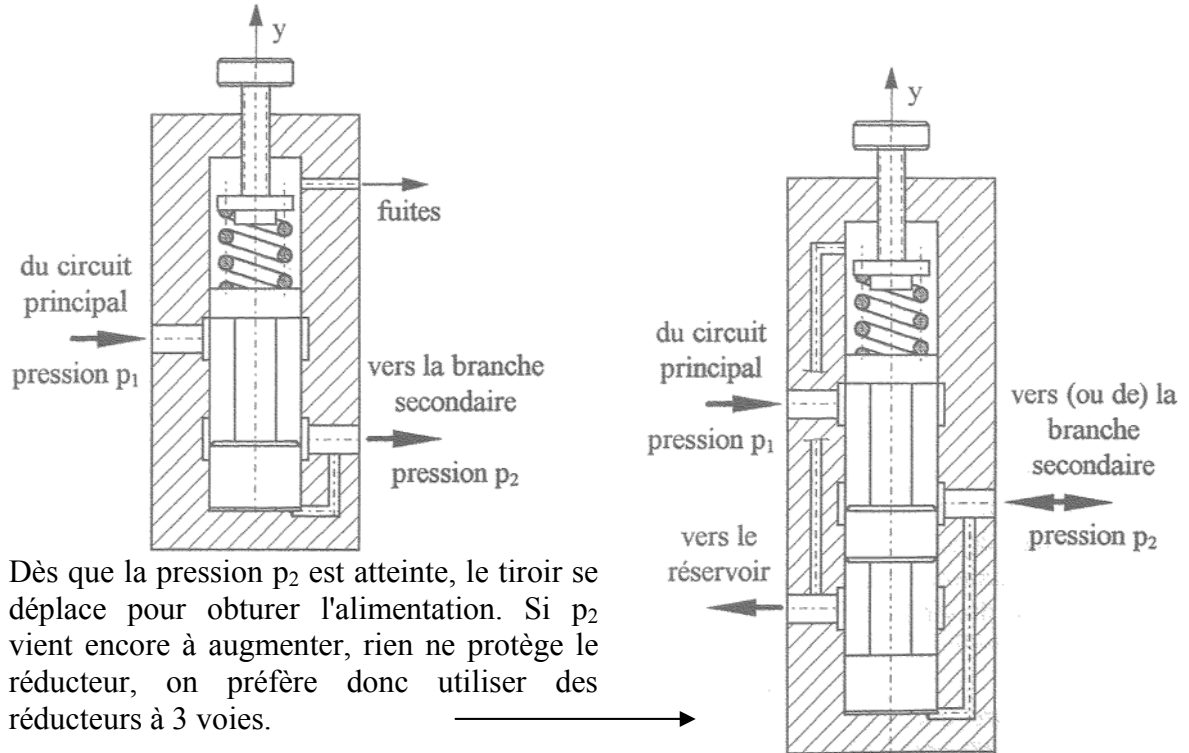
1G. Le réducteur de pression

Le rôle du réducteur de pression est différent, il permet de limiter la pression dans toute une branche d'une installation, cette pression étant bien sûr inférieure à la pression délivrée par la pompe. Le schéma est donc différent.



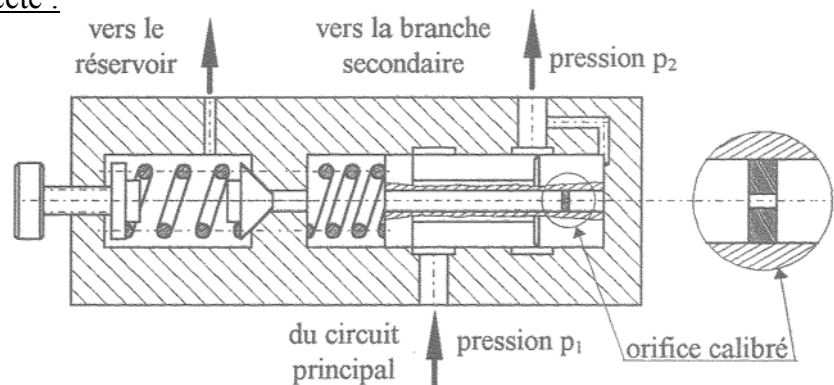
Il peut être à commande directe ou à commande indirecte.

RdP à commande directe :



Dès que la pression p_2 est atteinte, le tiroir se déplace pour obturer l'alimentation. Si p_2 vient encore à augmenter, rien ne protège le réducteur, on préfère donc utiliser des réducteurs à 3 voies.

RdP à commande indirecte :

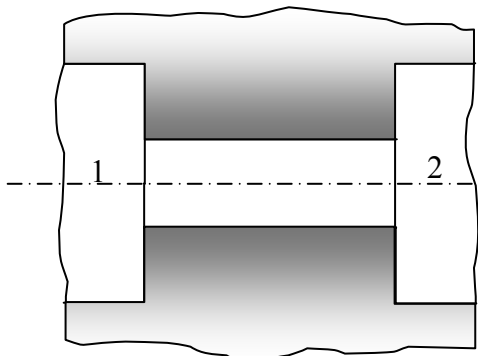


Les commandes indirectes sont utilisées pour les grands débits. L'étage de pilotage est réalisé par un limiteur de pression à action directe.

A noter : Il faut prendre en compte dans les calculs de débit, le débit de fuite dû à la commande de ce réducteur sur le circuit secondaire.

1H. Le limiteur de débit

On vient de voir comment limiter ou réduire la pression il reste maintenant à travailler sur le débit. Le principe est simple. Il suffit d'étrangler la canalisation pour diminuer le débit.



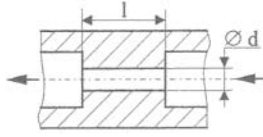
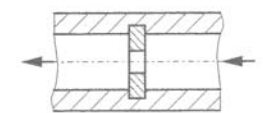
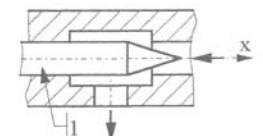
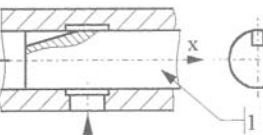
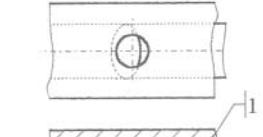
En appliquant Bernoulli entre les points 1 et 2 ainsi que les pertes de charges singulières pour le rétrécissement entre les deux zones, on obtient :

$$q = s \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p}{\rho \cdot \xi}}$$

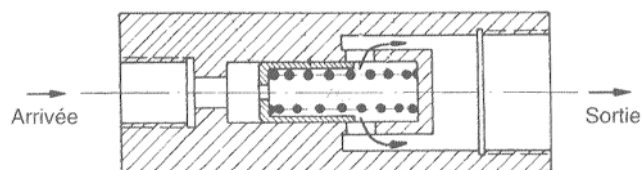
s est la section de la zone étranglée.

On voit que cette fonction n'est pas simple et qu'elle présente un certain nombre d'inconvénients d'utilisation dans les limiteurs de débits.

Néanmoins en regardant de plus près, on voit que l'influence de la section rétrécie est plus importante que les autres valeurs. Si le régime est turbulent, ξ est pratiquement une fonction exclusive de la forme de la restriction (aire de la surface mouillée sur la section de la restriction) ; ξ grandit avec le rapport précédent. Avec toutes ces remarques, on obtient quand même un limiteur de débit utilisable.

Désignation	Représentation	Remarques
Gicleur		Limiteur de débit fixe. La surface mouillée étant importante (étranglement de grande longueur), ce limiteur de débit est relativement sensible aux variations de viscosité.
Orifice calibré		Limiteur de débit fixe. La surface mouillée est pratiquement nulle, ce limiteur de débit est indépendant de la viscosité.
à pointe		Limiteur de débit réglable. Le réglage du débit est réalisé par le déplacement en translation selon l'axe \bar{x} du pointeau 1. La surface mouillée est faible et par conséquent la sensibilité à la viscosité aussi.
à encoche rectangulaire		Limiteur de débit réglable. Le réglage du débit est réalisé par le déplacement en translation selon \bar{x} de l'axe 1. La surface mouillée est relativement faible et, par conséquent, la sensibilité à la viscosité aussi. Convient bien pour les faibles débits
à sifflet		Limiteur de débit réglable. Le réglage du débit est réalisé par le déplacement en rotation autour de l'axe \bar{x} de l'axe 1. La surface mouillée est grande, cependant l'influence de la viscosité (donc de la température) reste limitée. Ce limiteur est peu adapté aux faibles débits (risque d'"engorgement").

Exemple de réalisation :

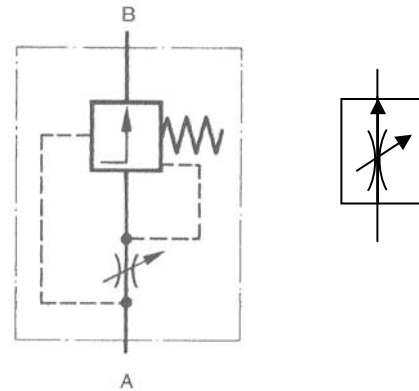
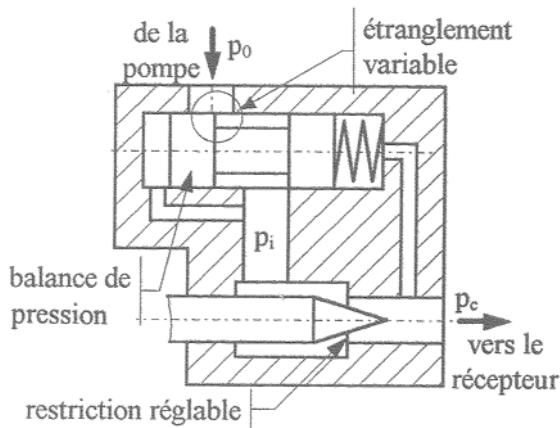


A retenir : Plus la surface mouillée est grande et plus le frottement est important. On aura donc une élévation de la température qu'il conviendra de surveiller et donc une viscosité variable.

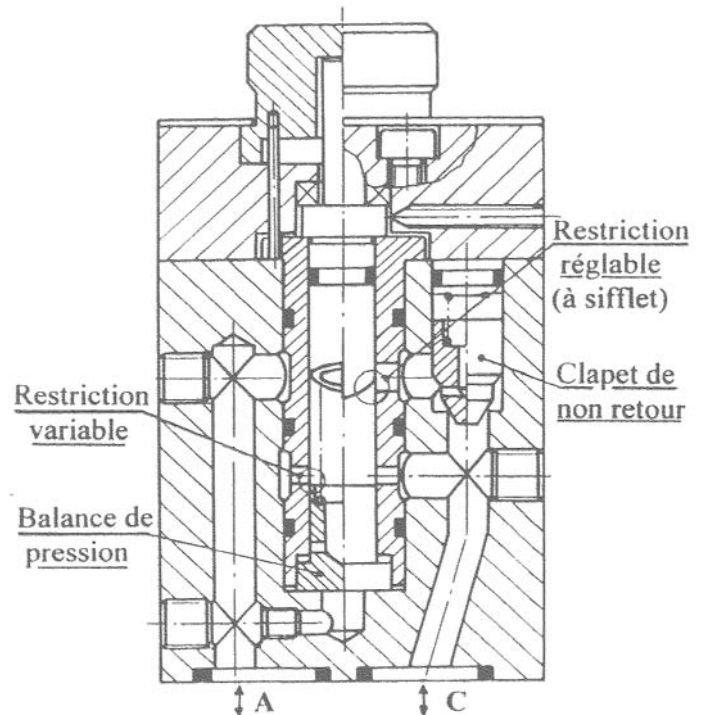
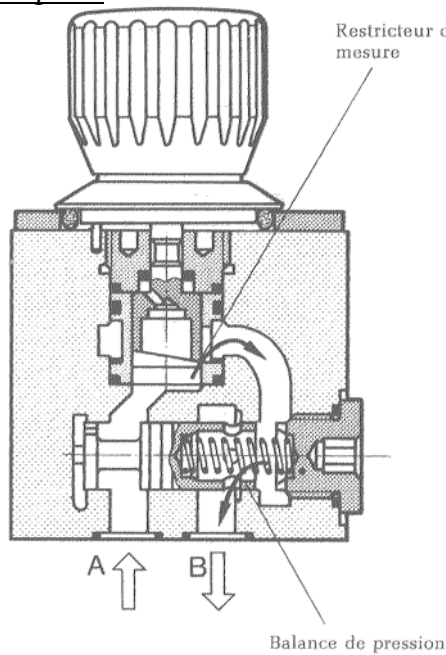
11. Le régulateur de débit

Pour les cas où la différence de pression doit être maîtrisée, on préfère le régulateur de débit.

La balance de pression est soumise à chaque extrémité à p_c et à p_i . Ces deux pressions sont prises en amont et en aval de la régulation de débit et permettent d'asservir l'étranglement variable pour conserver le débit, quelque soit la variation de pression.



Exemples :

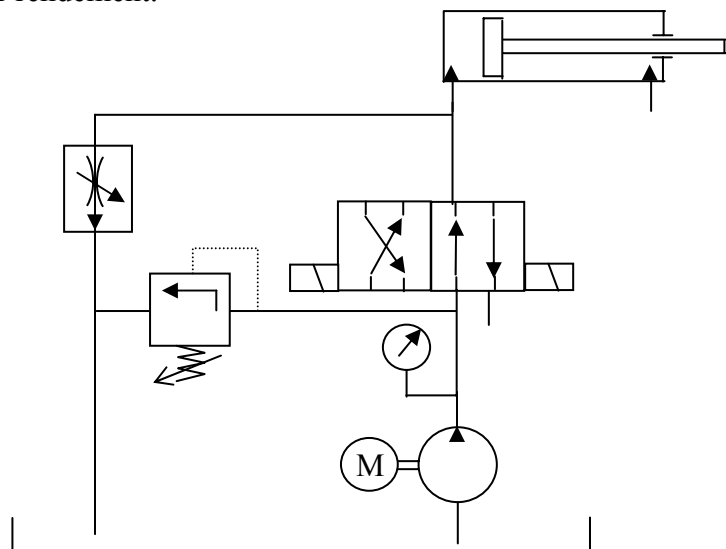


A noter :

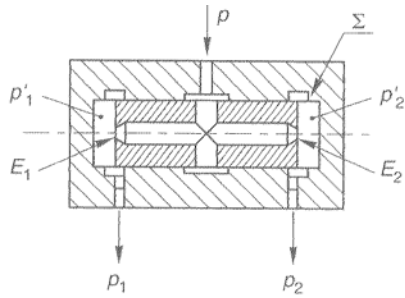
Les régulateurs de débit sont utilisés selon trois types de montage :
 En alimentation du récepteur : montage traditionnel,
 En retour au réservoir : pour les vérins verticaux,
 En dérivation : pour un meilleur rendement.

Montage en dérivation :

L'intérêt réside dans le fait que le débit excédentaire retourne au réservoir par le régulateur de débit et non par le limiteur de pression.



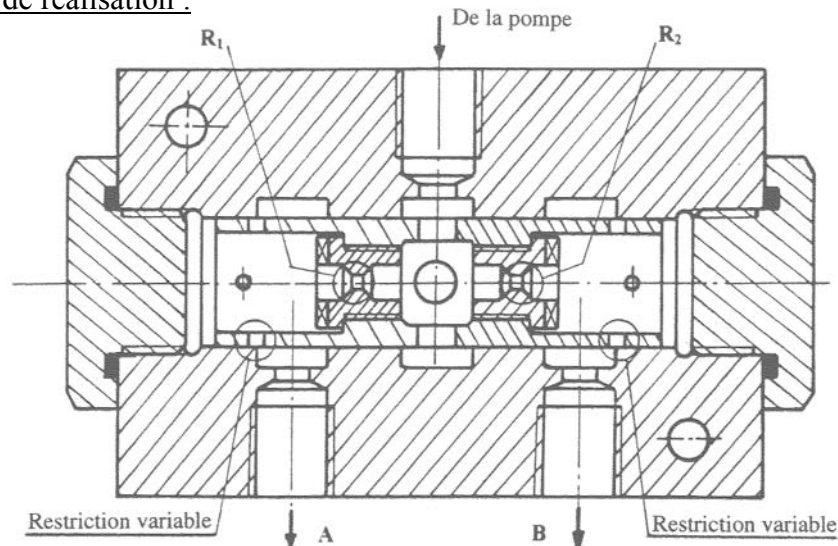
1J. Le diviseur de débit



Son rôle est simple, il doit diviser le débit entrant en deux parties toujours proportionnelles.

Si on souhaite une division en parties inégales il suffit de modifier les caractéristiques de l'un des deux diaphragmes.

Exemple de réalisation :

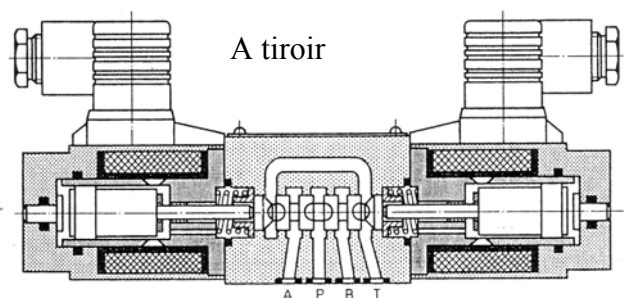
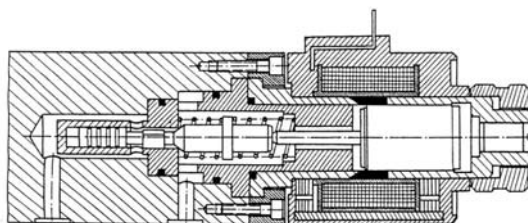


1K. Le distributeur

Il en existe 3 principaux.

- A tiroir,
- A robinet,
- A clapet.

A clapet



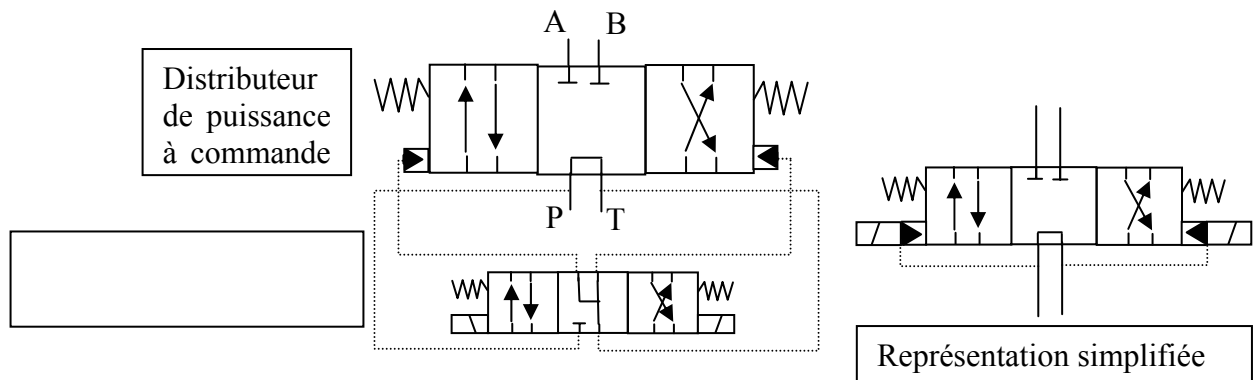
Nous n'étudierons pas le deuxième, il n'est pas utilisé en hydraulique industrielle car il demanderait des efforts trop importants pour le manœuvrer.

S'ils sont utilisés en basse pression le corps sera en fonte sinon on aura un corps en acier mi-dur. Le système mobile sera lui toujours en acier traité rectifié.

Les principales commandes sont :

- Mécanique,
- Manuelle,
- Hydraulique, la pression de pilotage est de l'ordre de 10 bars ;
- Electrique.

Dans le cas de débit très important (supérieur à 30 l/min) les efforts sont trop importants pour une commande directe (manuelle ou électrique). On utilisera alors un distributeur de commande en 1/4" donc sur ce principe :



Les distributeurs sont montés sur des embases. Il existe plusieurs principes :

Embase	Empilage		
	aucun	Vertical	Horizontal
Individuelle	Système simple à un récepteur	Tous les composants servant à la régulation du récepteur sont montés à la suite	
Multiple Type bloc foret		Tous les composants servant à la régulation des récepteurs sont montés à la suite	Tous les distributeurs reçoivent la même énergie à partir d'un même bloc.

Pour le raccordement hydraulique il existe des normes (DIN 24-340 ; CETOP R35 H ; ISO 4401 ; NF E48-422) pour les plans de pose.

Diamètre interne des canalisations (mm)	Référence	Raccord filetage gaz A ; B ; P ; T	Débit maxi conseillé (l/min)
5	NG4	1/4"	15
7.5	NG6 ou CETOP 3	1/4" ou 3/8" ou 1/2"	25
9.2	NG8 ou CETOP 4	1/4" ou 3/8"	35
10.5	NG10 ou CETOP 5	3/8" ou 1/2"	50
14.5	CETOP 6	1/2" ou 3/4"	100
19	NG16 ou CETOP 7	3/4" ou 1"	150
24.5	NG25 ou CETOP 8	1" ou 1" 1/4	200
38	NG32	1" 1/4 ou 1" 1/2	300

Les références NG 6 correspondent à des calibres 6 avec un filetage gaz.

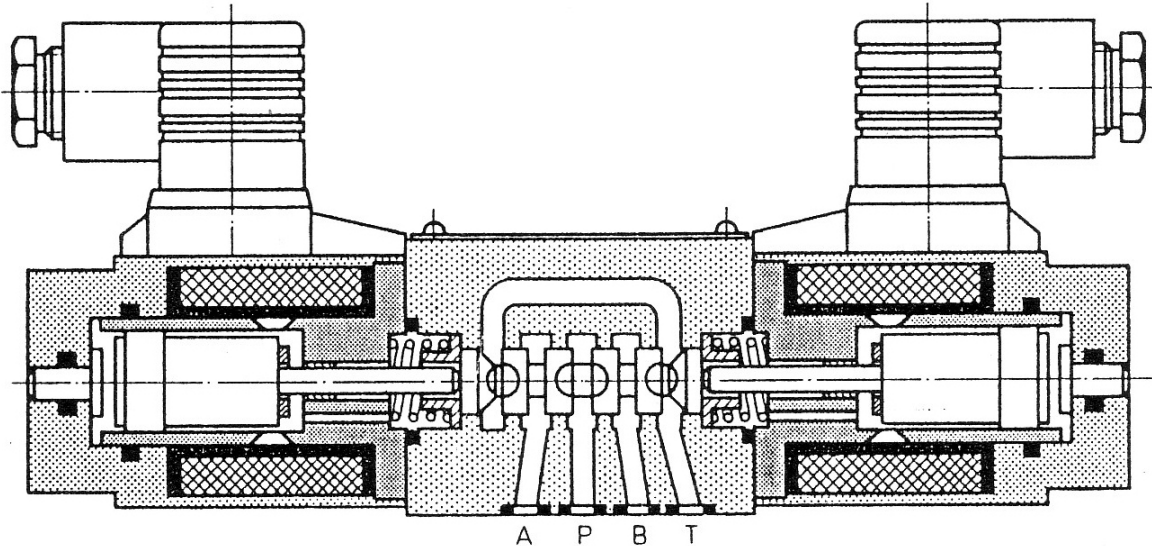
Dans le cas des commandes électriques on doit réaliser le raccordement avec des connecteurs respectant les normes NF E48-411 ; DIN 43650 ; ISO 4400.

On utilise soit le courant alternatif soit le courant continu.

En courant continu, le temps de commutation est 30 à 60 ms, il faut donc en tenir compte. Par contre le solénoïde est très fiable et particulièrement souple. On l'utilisera pour des systèmes en ambiance difficile et pour des commutations élevées.

En courant alternatif, le temps de commutation est lui très souvent 3 fois plus court. Par contre si le solénoïde est bloqué en position intermédiaire il « grille » très rapidement. Les solénoïdes peuvent être soit sec (pour les ambiances non humides) soit à bain d'huile ; dans ce cas s'assurer que le remplacement de la bobine est prévu facilement sans perte d'huile et que le pourcentage d'eau dans l'huile soit minimal.

1K1. A tiroir



Il est utilisé pour les faibles et moyennes pressions. Les jeux internes provoquent des fuites, il est donc déconseillé de les utiliser dans les systèmes asservis.

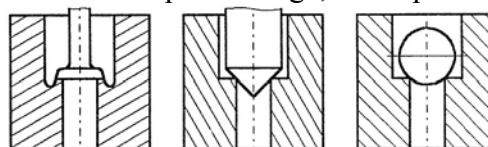
A noter : Les jeux internes entre le piston et la chambre sont de l'ordre de $15\mu\text{m}$. Il convient donc lors du montage sur une semelle d'utiliser une clef dynamométrique et de suivre une logique de serrage (celles des culasses) pour ne pas déformer les éléments.

A noter : Lors du changement d'état il peut y avoir deux solutions constructives. On parle de recouvrement de transfert. Il est soit négatif soit positif.

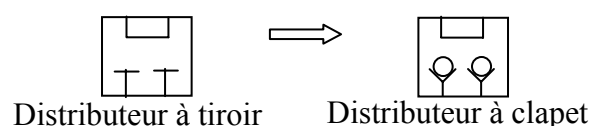
- Recouvrement négatif (underlap) : Pendant un court instant les orifices communiquent il en résulte une absence de choc lors de l'inversion mais le récepteur peut se déplacer ou l'accumulateur se vider partiellement.
- Recouvrement positif (overlap) : Les différents orifices ne sont jamais en communication mais des pointes de pressions risquent de perturber le système en générant du broutement au démarrage.

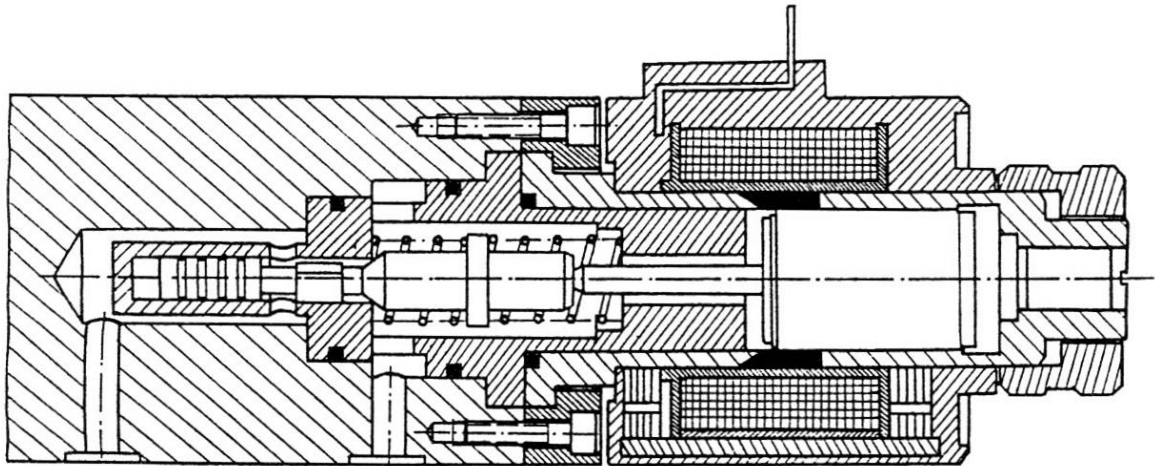
1K2. A clapet

Le siège de l'étanchéité est soit réalisé par un siège, un clapet ou une bille.



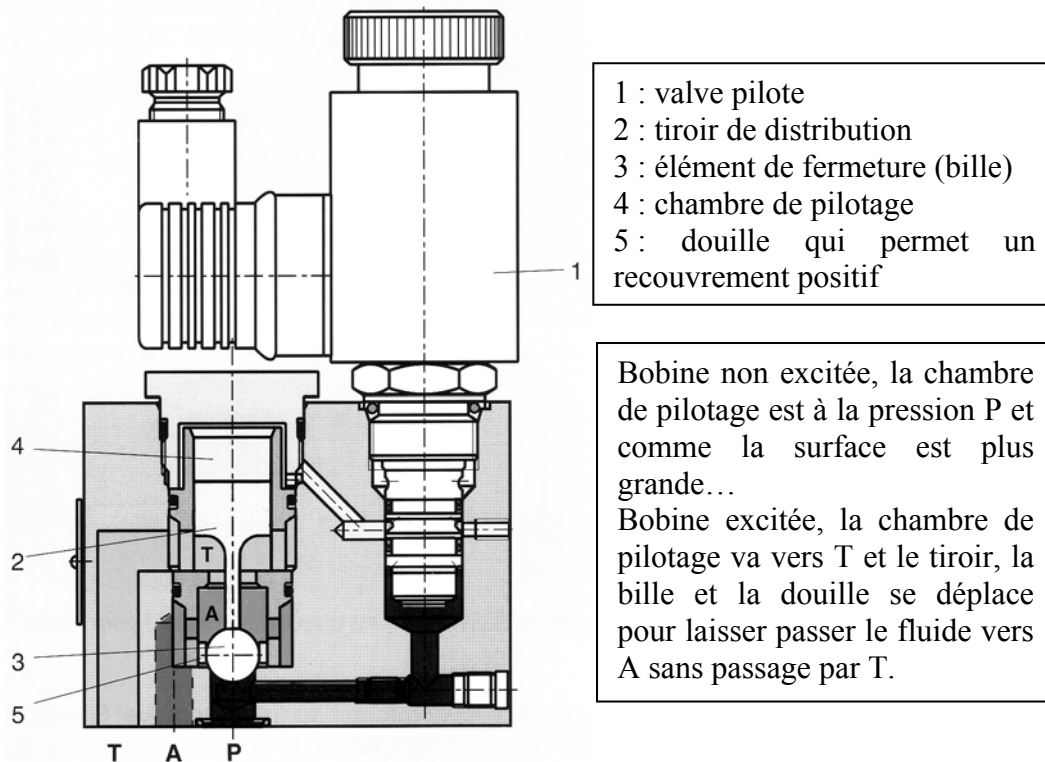
L'étanchéité est parfaitement assurée. On peut donc les utiliser pour de fortes pressions. Le schéma du distributeur à clapet est identique sur le fond mais la symbolique des obturateurs de voies est remplacée par le schéma d'un CAR :





On utilise ces distributeurs pour des systèmes en 3/2 et pour des faibles pressions car sinon les efforts de commutation sont trop importants.

Dans le cas de fortes pressions on utilise le principe des distributeurs de pilotage.



Le schéma associé est :

A noter : L'utilisation des distributeurs à clapet est à éviter si le circuit génère des coups de bélier.

1K3. Synthèse sur les distributeurs

A noter : Préférer toujours un distributeur 4/3 avec centre ouvert pour limiter le couple au démarrage et ainsi limiter la casse de l'accouplement moteur électrique / pompe. On peut utiliser un distributeur à 2 positions si un seul actionneur est prévu dans le système.

La position centrale permet le plus souvent de bloquer (préférer un CAR piloté ou non) ou délester les actionneurs et surtout de permettre à la pompe de débiter vers le réservoir sans difficulté (pas de passage par le LdP principal).

Les normes utilisées sont :

- ISO, (International Organisation for Standardisation)
- CNOMO,
- CETOP, (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques)
- JIC, (Joint Industry Conference)
- DIN

Même si elles sont différentes, elles permettent l'association des éléments entre eux.

A retenir :

On peut approximer les pertes de charges dans les distributeurs à 2 bars quelques soit leur taille, et ce dans une première étude. Il convient dans l'étude terminale de suivre les données constructeurs.